This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE

DE

L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

DIRIGÉ PAR

J.-L. PREVOST

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE

Avec la collaboration du Dr F. BATTELLI, privat-docent

Assistant de Physiologie

VII

ANNÉE 1907

GENÈVE

GEORG & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

Librairie de l'Université

1908

Digitized by Google

Digitized by Google

Sommaires des années précédentes

Tome I. 1899

Avant propos.

A. Bickel. Recherches sur les fonctions de la moelle épinière chez les tortues.

A. Bickel. Action de la bile et des sels biliaires sur le système nerveux.

Dr Gourfein. Du rôle de l'auto-intoxication dans le mécanisme de la mort des animaux décapsulés.

J.-L. Prevost. Sur l'influence de la pilocarpine sur les sécrétions pancréatiques et biliaires.

A. Melikoff-Goldberg. Recherches physiologiques sur l'acide phénylglycolique et ses isomères optiques et de constitution.

J.-L. Prevost et C. Radzikowski. De l'influence de la section de la moelle épinière dans sa région cervicale sur la réplétion du cœur paralysé par l'électrisation.

F. Battelli. Le nerf spinal est le nerf moteur de l'estomac.

J.-L. Prevost. Contribution à l'étude des trémulations fibrillaires du cœur électrisé.

F. Battelli. Etude sur les électrodes de d'Arsonval et de Du Bois-Reymond.

F. Battelli. Contribution à l'étude des effets des courants à haute fréquence sur les organismes vivants.

S. Kresteff. Contribution à l'étude de la sécrétion du suc pylorique.

C. Pupo. Recherches expérimentales sur la digestion artificielle de l'albumine.

J.-L. Prevost et F. Battelli. La mort par les courants électriques (courants alternatifs et courants continus).

F. Battelli. Le mécanisme de la mort par les courants électriques chez l'homme.

Tome II. 1900

J.-L. Prevost. De la déviation conjuguée des yeux et de la rotation de la tête en cas de lésions unilatérales de l'encéphale (Résumé).

J.-L. Prevost et F. Battelli. La mort par les décharges électriques. Premier mémoire. Conditions physiques (Résumé).

J.-L. Prevost et F. Battelli. La mort par les décharges électriques. Deuxième mémoire. Mécanisme de la mort par les décharges électriques isolées (Résumé).

J.-L. Prevost et F. Battelli. Quelques effets des décharges électriques sur le cœur des mammifères (Résumé).

F. Battelli. Les trémulations fibrillaires du cœur chez différentes espèces animales (Résumé).

F. Battelli. Le rétablissement des fonctions du cœur et du système nerveux central après l'anémie totale (Résumé).

J.-L. Prevost et F. Battelli. Influence du nombre des périodes sur les effets mortels des courants alternatifs (Résumé).

F. Battelli. Influence des différents composants du sang sur la nutrition des centres nerveux. Action de l'eau, des sels inorganiques et du glucose (Résumé).

J.-L. Prevost et F. Battelli. Expériences relatives au rôle de la rate dans la digestion pancréatique de l'albumine.

F. Battelli. Note relative au rétablissement des fonctions du cœur et des centres nerveux après l'anémie totale.

Digitized by Google

Tome III. 1901-1902

J.-L. Prevost et F. Battelli. Influence de l'alimentation sur le rétablissement des fonctions du cœur.
F. Battelli. Propriétés rhéotactiques des spermatozoaires.
P. Taramasio. Etude toxicologique de l'adrénaline.
F. Battelli. La mort et les accidents par les courants industriels.
Mlle L. Stern. Expériences sur la prétendue sécrétion interne des reins.
F. Battelli. La mort par les courants des bobines d'induction.
F. Battelli. Fonctions des capsules surrénales (notes présentées à la Société de Biologie de Paris).

F. Battelli. I. Dosage colorimétrique de la substance active des capsules surrénales.
F. Battelli. II. Préparation de la substance active des capsules surrénales.
F. Battelli et Taramasio. III. Toxicité de la substance active des capsules surrénales.
F. Battelli. IV. Quantité de substance active contenue dans les capsules surrénales de différentes espèces animales.
F. Battelli. V. Comparaison entre les propriétés colorantes, toxiques et les modifications de la pression artérielle produites par la substance active des capsules surrénales.
F. Battelli. VI. Influence des injections intraveineusee continues d'adrénaline sur la survie des animaux décapsulés.
F. Battelli. VII. Présence d'adrénaline dans le sang d'animaux normaux, son dosage.
F. Battelli et Roatta. VIII. Influence de la fatigue sur la quantité d'adrénaline existant dans les capsules surrénales.
F. Battelli. IX. Quantité d'adrénaline existant dans les capsules surrénales de l'homme.
F. Battelli. X. Toxicité de l'adrénaline en injections intraveineuses.
F. Battelli. XI. Transformation de l'adrénaline « in vitro ».
F. Battelli. XII. Transformation de l'adrénaline dans l'organisme.
F. Battelli. XIII. Influence du travail suivi de repos sur la quantité d'adrénaline existant dans les capsules surrénales.

Tome IV. 1903

H. Arabian. Contribution à l'étude du massage du cœur dans la mort par le chloroforme.
M. Bourcart. De la « réanimation » par le massage sous-diaphragmatique du cœur en cas de mort par le chloroforme.
N. Samaja. Le siège des convulsions épileptiformes toniques et cloniques.
Mlle L. Stern. Contribution à l'étude physiologique des contractions de l'uretère.
F. Battelli. Arrêt du cœur en diastole par l'action des courants alternatifs à tension élevée (Soc. de Biol., 14 mars 1903).
F. Battelli. Production d'accès épileptiformes par les courants électriques industriels (Soc. de Biologie, 4 juillet 1903).
F. Battelli et G. Mioni. Pouvoir vaso-constricteur des serums sanguins hétérogènes (Soc. de Biologie, 5 décembre 1903).
G. Mioni. Présence de sensibilisatrice hémolytique dans le liquide péricardique normal (Soc. de Biol., 12 déc. 1903)
G. Mioni. Le développement de l'hémolysine dans le sang sorti des vaisseaux (Soc. de Biologie, 19 décembre 1903).
F. Battelli. La prétendue fermentation alcoolique des tissus animaux (Note à l'Académie des Sciences, 14 déc. 1903).
G. Mioni. Dosage du pouvoir hémolytique (Soc. de Biol., 30 janvier 1904).
F. Battelli. Pouvoir hémolytique du sérum sanguin comparé à celui de la lymphe (Soc. de Biologie, 6 février 1904).
Mlle L. Stern. Pouvoir hémolytique du sérum sanguin normal chez différentes espèces animales (Soc. de Biologie, 20 février 1904).
F. Battelli. Oxydation de l'acide formique par les extraits des tissus animaux en présence du peroxyde d'hydrogène (Note à l'Académie des Sciences, 7 mars 1904).
F. Battelli et G. Mioni. Pouvoir bactéricide comparé de la lymphe, du sérum sanguin et du liquide péricardique (Soc. de Biol., 19 mars 1904).

Digitized by Google

Tome V. 1904

J.-L. Prevost et F. Battelli. De la production des convulsions toniques et cloniques chez les différentes espèces animales.

F. Battelli. Contribution à l'Etude du métabolisme en cas de circulation artificielle. (Archives internationales de Physiologie).

G. Mioni. Contribution à l'étude des hemolysines naturelles. (Annales de l'Institut Pasteur, février 1905).

Mlle E. Haliff. — La catalase dans les tissus de différentes espèces animales. (Thèse de Genève, 1904).

Mlle C. Kerkis. Les vascoconstrictines des serums normaux. (Thèse de Genève, 1905).

F. Battelli et Mlle L. Stern. Richesse en catalase des différents tissus animaux (Note à l'Acad. des Sciences, 11 avril 1904).

F. Battelli et G. Mioni. Leucopénie et leucocytose par injection de sang hétérogène chez le chien (C. R. Soc. de Biol., 7 mai 1904).

G. Mioni. Action anticoagulante de sang hétérogène chez le chien (C. R. Soc. de Biologie, 7 mai 1904).

F. Battelli. L'hemolyse in vivo chez les animaux normaux (C. R. Soc. de Biologie, 28 mai 1904).

F. Battelli. Toxicité des globules rouges de différentes espèces animales chez le lapin. (C. R. Société de Biologie, 11 juin 1904).

G. Mioni. Modification de la pression artérielle chez le lapin par l'injection des globules sanguins de différentes espèces animales (C. R. Soc. de Biologie, 18 juin 1904).

F. Battelli. Toxicité des globules sanguins chez les animaux immunisés (C. R. Soc. de Biologie, 2 juillet 1904).

F. Battelli. Sur la coagulation intravasculaire du sang par les injections de sang laqué chez le lapin (C. R. Soc. de Biologie, 16 juillet 1904).

F. Battelli et Mlle L. Stern. Préparation de la catalase animale (C. R. Soc. de Biologie, 12 novembre 1904).

F. Battelli et Mlle E. Haliff. La catalase dans les tissus des différentes espèces animales (C. R. Soc. de Biologie, 20 octobre 1904)

F. Battelli et Mlle L. Stern. Le sort de l'hepatocatalase injectée chez les animaux (C. R. Soc. de Biologie, 19 novembre 1904).

F. Battelli et Mlle L. Stern. Innocuité de l'hepatocatalase injectée dans l'organisme (C. R. Soc. de Biologie, 26 novembre 1904).

F. Battelli. Action du courant alternatif sur les animaux épileptiques (C. R. Soc. de Biologie, 10 décembre 1904).

G. Mioni. Influence des anesthésiques sur les centres nerveux qui produisent des convulsions épileptiformes (C. R. Soc. de Biologie, 10 décembre 1904).

F. Battelli et Mlle L. Stern. Suppléance des organes dans la production de catalase (C. R. Soc. de Biologie, 24 décembre 1904).

F. Battelli et Mlle L. Stern. La catalase dans les tissus des oiseaux (C. R. Soc. de Biologie, 7 janvier 1905).

F. Battelli. Les vasoconstrictines dans les serums sanguins normaux (C. R. Soc. de Biologie, 14 janvier 1905).

J.-L. Prevost et G. Mioni. Influence de l'enlèvement des thyroïdes chez les jeunes animaux sur les convulsions provoquées par les courants alternatifs (C. R. Soc. de Biologie, 14 janvier 1905).

G. Mioni. Influence de la quantité des globules et de la durée de la réaction sur les résultats de l'hemolyse (C. R. Soc. de Biologie, 28 janvier 1905).

J.-L. Prevost et G. Mioni. Modification de la crise épileptiforme expérimentale par l'anémie cérébrale. (C. R. Soc. de Biologie, 28 janvier 1905).

F. Battelli et Mlle L. Stern. L'anticatalase dans les différents tissus animaux (C. R. Soc. de Biologie, 4 février 1905).

Digitized by Google

Tome VI. 1905-1906

J.-L. Prevost et G. Mioni. L'anémie cérébrale modifiant la crise épileptiforme provoquée par le courant alternatif (*Revue méd. de la Suisse romande*, 1905).

J.-L. Prevost. Note sur la prétendue efficacité des tractions rythmées de la langue dans l'asphyxie. (Soc. de Biol., 7 juillet 1906.)

Mlle Z.-A. Braïlowsky. Recherches sur la prétendue efficacité des tractions rythmées de la langue dans l'asphyxie. (*Rev. méd. de la Suisse romande* 1906, et Diss. inaugurale, Genève 1906.

J.-L. Prevost et Mlle L. Stern. Recherches sur les respirations terminales et la pause observées dans l'asphyxie ainsi que dans l'anémie des centres nerveux. (*Arch. internationales de physiologie* IV, 3, 1906, p. 285).

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur la catalase dans l'organisme animal (*Archivio di Fisologia*. II. 1905, p. 471).

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur l'anticatalase dans les tissus animaux. (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, VII. 1905, p. 919).

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur la philocatalase et l'activateur de la philocatalase dans les tissus animaux. (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale* VII. 1905, p. 957).

F. Battelli. Recherches sur les vaso-constrictines des serums sanguins. (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale*. VII. 1905, p. 625.)

F. Battelli. Recherches sur la nature et l'action des vaso-constrictines (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale* VII. 1905, p. 651.).

G. Mioni. Contribution à l'étude des transfusions sanguines. (*Archives internationales de physiologie* III. 1906, p. 306.)

Mlle M. Tovstein. La durée des convulsions cérébro-bulbaires et médullaires chez les différentes espèces animales. (Dissertation inaugurale, Genève 1906.)

Mlle S. Ornstein. La suppléance des capsules surrénales au point de vue de leur richesse en adrénaline. (Dissertation inaugurale, Genève 1906.)

G. Mioni. Réponse à M. V. Henri. Influence de la quantité des globules et de la durée de la réaction sur les résultats de l'hémolyse. (C. R. Soc. de Biologie, 18 mars 1905.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur le mode d'action de la philocatalase. (Note à l'Acad. des Sciences, 15 mai 1905.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. L'activateur de la philocatalase dans les tissus animaux. (Note à l'Acad. des Sciences, 10 juillet 1905.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. La philocatalase et l'anticatalase dans les tissus animaux. (C. R. Soc. de Biologie, 6 mai 1905.)

F. Battelli. La présence de la catalase dans les tissus animaux. (C. R. Soc. de Biologie, 14 octobre 1905.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. Analogie entre l'action de l'anticatalase et l'action du sulfate ferreux. (C. R. Soc. de Biologie, 25 novembre 1905.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. Oxydation des substances organiques par le sulfate ferreux en présence d'extraits de tissus animaux. (Note à l'Acad. des Sciences, 27 novembre 1905.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. Oxydations produites par l'anticatalase en présence du peroxyde d'hydrogène. (C. R. Soc. de Biologie, 2 décembre 1905.)

F. Battelli et Mlle L. Stern, Action modératrice de la catalase sur les oxydations produites par les extraits de tissus animaux. (Note à l'Acad. des Sciences, 11 décembre 1905.)

Digitized by Google

J.-L. Prevost et Mlle Stern. Modification de la tétanie par l'application d'un courant alternatif de la bouche à la nuque. (C. R. Soc. de Biologie, 6 janvier 1906.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. Nouvelles recherches sur les oxydations produites par les tissus animaux en présence des sels ferreux. (Note à l'Acad. des Sciences, 15 janvier 1906.)

F. Battelli. La présence de la catalase dans les tissus animaux débarrassés de sang. (C. R. Soc. de Biologie, 17 février 1906.)

G. Mioni. Influence de la durée et de l'intensité de l'excitation électrique sur la production des convulsions toniques et cloniques. (C. R. Soc. de Biologie, 17 février 1906.).

F. Battelli. Anaphylaxie vis-à-vis des globules sanguins chez les animaux immunisés. (C. R. Soc. de Biologie, 11 mars 1905.)

L. Cesari. Action de l'épilepsie expérimentale sur l'empoisonnement par la toxine tétanique (C. R. Soc. de Biologie, 24 février 1906.)

F. Battelli et Mlle L. Stern. Les échanges respiratoires dans les émulsions des tissus animaux. (C. R. Soc. de Biologie, 7 avril 1906.)

F. Battelli. Emploi de l'hépatocatalase pour déceler des traces d'alcool ou d'aldéhyde (C. R. Soc. de Biologie, 26 mai 1906.)

F. Battelli et Mlle M. Tovstein. La durée des convulsions cérébrobulbaires et médullaires chez différentes espèces animales. (C. R. Soc. de Biologie, 15 décembre 1906.)

F. Battelli et Mlle S. Ornstein. La suppléance des capsules surrénales au point de vue de leur richesse en adrénaline. (C. R. Soc. de Biologie, 22 décembre 1906.)

Digitized by Google

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR LA RESPIRATION ÉLÉMENTAIRE DES TISSUS

(Premier mémoire)

Par M. F. BATTELLI et Mlle L. STERN

(Travail du laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève)

I. — *Introduction.*

En commençant ces recherches notre but était d'étudier le mécanisme des combustions qui s'accomplissent dans l'intimité des tissus. Une foule de physiologistes se sont déjà occupés de cette question, mais jusqu'à présent on n'a pu émettre que des hypothèses. Le côté expérimental manque pour ainsi dire complètement en ce qui concerne l'organisme animal. Les réactions réalisées *in vitro*, telles que les transformations d'aldéhydes en acides, les colorations de quelques substances aromatiques, ou même l'oxydation de bases puriques en acide urique sont absolument insuffisantes pour expliquer les oxydations profondes qui ont lieu dans les tissus.

Le problème des combustions dans l'organisme animal est extrêmement complexe. Pour essayer de le résoudre il faut le simplifier. Nous avons pensé qu'on pouvait espérer obtenir quelques indications en étudiant la respiration élémentaire des tissus séparés du corps, en variant autant que possible les conditions expérimentales.

Les échanges gazeux des tissus isolés ont été déjà examinés par plusieurs auteurs. On trouvera une bibliographie suffisamment étendue, sinon complète, dans un travail de Lussana [1]. Nous comptons faire un historique complet de la question dans un travail ultérieur.

La plupart des expérimentateurs qui nous ont précédés dans ces recherches ont

[1] Lussana. La respirazione dei tessuti negli animali adulti, negli embrioni e nei neonati. *Archivio di Fisiologia*, 1905, t. III, p. 113-141.

Digitized by Google

étudié les échanges gazeux sur les tissus des animaux à sang froid. Les tissus de ces animaux ont l'avantage de garder plus longtemps leurs propriétés vitales, mais présentent l'inconvénient de posséder des échanges respiratoires peu actifs. Nous avons pensé qu'il était préférable de faire la plupart de nos expériences sur les tissus des animaux à sang chaud. Les processus d'oxydation y étant plus énergiques, il est probable qu'il sera plus facile de se rendre compte de l'influence des différents facteurs sur l'intensité des échanges respiratoires.

Les échanges gazeux des tissus broyés n'ont été étudiés que par Garnier et Lambert [1] et par Thunberg [2].

Paul Bert [3] avait déjà fait quelques expériences en plongeant des morceaux de muscle dans le sang, mais aucun expérimentateur, à notre connaissance, n'a fait des recherches en plongeant les tissus broyés dans des liquides de différentes constitutions.

En examinant les résultats obtenus par les auteurs qui ont employé les tissus des animaux à sang chaud (Spallanzani [4], P. Bert, Regnard [5], Rubner [6], v. Frey [7], Tissot [8], Quinquaud [9], Lussana [10], on constate que les échanges gazeux qui ont été obtenus sont extrêmement faibles. Nous verrons qu'au moyen de notre méthode, que nous avons déjà exposée d'une manière sommaire [11], nous sommes arrivés à obtenir une activité respiratoire beaucoup plus grande.

Dans ce premier travail nous nous sommes limités à étudier les échanges gazeux dans les différents tissus, ainsi que l'influence de plusieurs facteurs sur l'intensité de ces échanges. Des considérations d'ordre général sur le mécanisme des combustions dans l'organisme ne pourront être émises que plus tard.

Dans nos recherches nous avons cherché à atteindre deux buts principaux : d'un côté obtenir des échanges respiratoires très actifs et, de l'autre côté, désorganiser profondément les tissus de manière à éliminer autant que possible l'influence de l'organisation tissulaire.

Pour obtenir le premier but nous avons soumis la préparation des tissus à une agitation énergique pendant toute la durée de l'expérience. Pour obtenir le second but nous avons broyé finement les tissus. Mais il est bien évident que dans le tissu broyé il existe encore des cellules ou des fractions de cellules avec leur constitution à peu près intacte. Ces cellules peuvent, par conséquent, être considérées comme étant encore vivantes. Les lésions des tissus devraient être beaucoup plus profondes pour pouvoir admettre la mort de toutes les cellules. Nos recherches ne constituent donc qu'un premier pas dans la voie qui pourrait aboutir à l'isolement des substances actives qui interviennent dans la respiration intime des tissus.

[1] Garnier et Lambert. Action du chlorure de sodium sur l'activité cellulaire. *Arch. de Physiologie*, 1898, p. 421.

[2] T. Thunberg. Mikrospirometrische Untersuchungen über den Gasaustausche der Muskeln, *Festschrift für Hammarsten*, 1906.

[3] P. Bert. *Leçons sur la physiologie comparée de la respiration*. Paris, 1870, p. 48.

[4] Senebier. *Rapports de l'air avec les êtres organisés tirés des journaux d'observations et d'expériences de L. Spallanzani*. Genève, 1807, t. II, Mémoires XI, XII.

[5] Regnard. Recherches expérimentales sur les variations pathologiques des combustions respiratoires. *Thèse de Paris*, 1878.

[6] A. Rubner. Versuche über das Einfluss der Temperatur auf die Respiration des ruhenden Muskels. *Archiv f. Physiol.*, 1885, p. 38-66.

[7] v. Frey. Versuche über den Stoffwechsel des Muskels. *Archiv f. Physiol.*, 1885, p. 533.

[8] Tissot. Recherches sur la respiration musculaire. *Arch. de Physiol. norm. et pathol.*, 1894, p. 838. — *Id.* Recherches sur les échanges gazeux des muscles isolés du corps. *Ibid.*, 1895, p. 469. — *Id.* Variation des échanges gazeux d'un muscle extrait du corps. *Ibid.*, 1895, p. 641.

[9] Quinquaud. Note sur la capacité respiratoire des tissus privés de germes. *Soc. de Biol.*, 1890, p. 29. — *Id.* Sur le début de la putréfaction des tissus. *Ibid.*, p. 30.

[10] Lussana, *l. c.* — *Id.* Sugli cambi respiratori del fegato e sul loro valore in rapporto all' amilolisi epatica, *Archivio di Fisiologia*, 1905, t. II, p. 445.

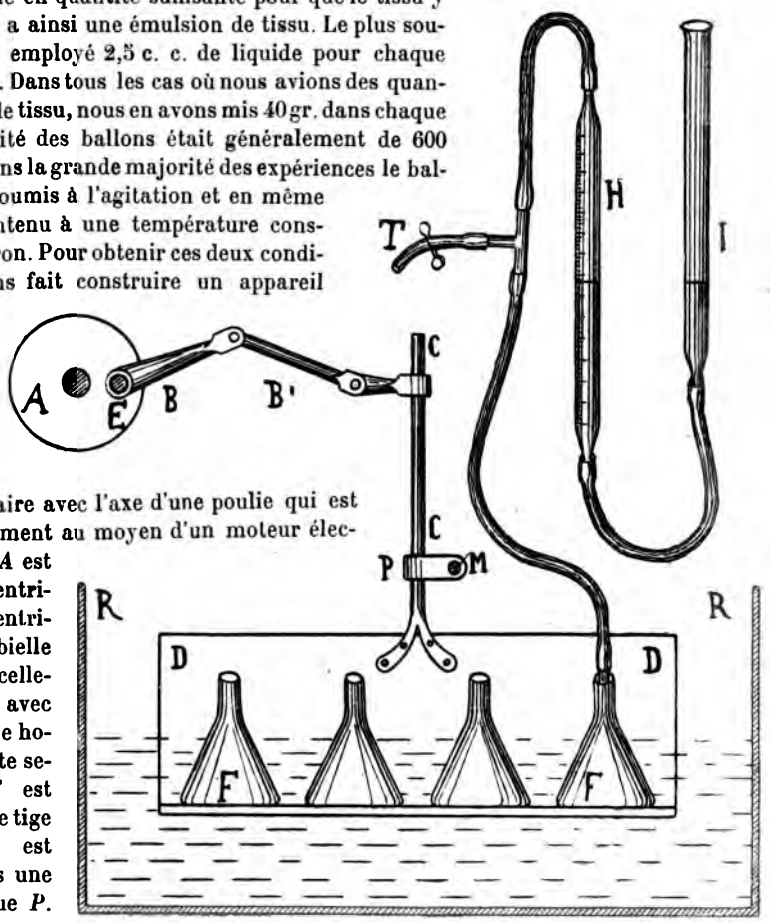
[11] Battelli et Stern. Les échanges respiratoires dans les émulsions des tissus animaux, *Société de Biologie*, 1906, t. LX, p. 679.

Digitized by Google

II. — *Méthode.*

Le tissu, pris ordinairement aussi frais que possible, est broyé finement au moyen d'une hacheuse. Quelquefois après le premier broyage on en a exécuté un second en pilant la pâte de tissu dans un mortier en présence de sable.

Le tissu ainsi broyé est introduit dans un ballon à fond très large et on ajoute un liquide déterminé en quantité suffisante pour que le tissu y puisse nager. On a ainsi une émulsion de tissu. Le plus souvent nous avons employé 2,5 c. c. de liquide pour chaque gramme de tissu. Dans tous les cas où nous avions des quantités suffisantes de tissu, nous en avons mis 40 gr. dans chaque flacon. La capacité des ballons était généralement de 600 c. c. environ. Dans la grande majorité des expériences le ballon devait être soumis à l'agitation et en même temps être maintenu à une température constante de 38° environ. Pour obtenir ces deux conditions nous avons fait construire un appareil agitateur que nous allons décrire.



Appareil agitateur. — L'axe de la roue *A* est solidaire avec l'axe d'une poulie qui est mise en mouvement au moyen d'un moteur électrique. La roue *A* est munie d'un excentrique *E*. A cet excentrique est unie la bielle horizontale *B* et celle-ci est articulée avec une seconde bielle horizontale *B'*. Cette seconde bielle *B'* est articulée avec une tige verticale *C* qui est fixée en bas dans une plaque métallique *P*. Cette plaque présente une ouverture circulaire dans laquelle pénètre une tige horizontale *M* fixée à ses deux extrémités sur deux supports. La plaque *P* peut ainsi tourner autour de la tige *M*, qui représente un axe horizontal. La tige verticale *C* est fixée en bas, au moyen de vis, sur une planche en bois placée verticalement. Sur l'extrémité inférieure de cette planche est fixée, à angle droit, une planche horizontale sur laquelle on place les flacons *F*.

La roue *A* fait 150 tours par minute, de manière que la planche *D* fait par minute 150 oscillations doubles autour de l'axe *M*; les flacons sont ainsi soumis à 300 secousses par minute (à chaque oscillation double de la planche les flacons reçoivent une secousse d'allée et une secousse de retour). L'agitation du liquide dans les flacons est très énergique. La planche *D* et les flacons qu'elle supporte est plongée dans l'eau contenue dans une caisse en zinc *R*. La température de l'eau est main-

Digitized by Google

tenue constante au moyen d'un régulateur à gaz qui n'est pas dessiné dans la figure.

Nous disposions de 2 appareils, dont chacun avait 4 flacons. Nous pouvions ainsi faire simultanément 8 expériences dans des conditions identiques.

Dosage des gaz. — Nous verrons au cours de ce travail que dans un grand nombre d'expériences le ballon contenant les tissus était rempli avec de l'oxygène. Dans d'autres expériences il ne renfermait que de l'air. Dans ce dernier cas le dosage de CO^2 et d'O^2 à la fin de l'expérience était fait en suivant la méthode habituelle. Le CO^2 était absorbé par la potasse et l'O^2 par le phosphore.

Lorsque le ballon était rempli avec de l'oxygène, le dosage des gaz était fait de la manière suivante : le ballon *F* (voir figure) était mis en communication, au moyen d'un tube en caoutchouc, avec une burette de Hempel fonctionnant comme manomètre à eau. Avant de commencer l'expérience on plongeait le ballon dans le bain d'eau servant de thermostat et on l'y maintenait jusqu'à ce que le volume du gaz à l'intérieur du ballon fût devenu constant. En ouvrant alors le tube en *T* le liquide prenait le même niveau dans les 2 tubes *H* et *I*. On sortait alors en partie le ballon et on le soumettait à l'agitation. A la fin de l'expérience on plongeait de nouveau le ballon dans le thermostat et on ramenait au même niveau le liquide dans les 2 tubes du manomètre à eau. Une simple lecture indiquait immédiatement en centimètres cubes l'augmentation ou la diminution subie par le volume du gaz. On procédait ensuite au dosage de CO^2 par la méthode habituelle. Par un calcul très simple nous avions le volume de O^2 absorbé par le tissu. Des expériences de contrôle nous ont démontré l'exactitude de la méthode.

La méthode que nous avons employée nous a permis de réaliser les conditions les plus favorables à la respiration des tissus, c'est-à-dire une surface très grande en contact avec les gaz et un renouvellement énergique des couches gazeuses.

III. — *Recherches préliminaires. Valeur de la méthode.*

Nous rapportons ici, à titre d'exemple, les résultats de quelques expériences pour démontrer qu'au moyen de notre méthode on obtient des échanges respiratoires intenses. Ces expériences préliminaires ont été faites dans les conditions les plus favorables pour avoir une respiration musculaire active. Le ballon était rempli d'oxygène et maintenu à 38° pendant toute la durée de l'expérience; le liquide était constitué par du sang; le tissu était aussi frais que possible.

Dans ces expériences, comme du reste dans la grande majorité de celles qui seront exposées dans les autres chapitres, on a introduit dans chaque ballon 40 gr. de tissu broyé (muscle rouge ou foie) et 100 c. c. de liquide.

Les résultats sont exposés dans le tableau I. Pour pouvoir mieux comparer ces résultats on a ramené les valeurs obtenues à 100 gr. de tissu.

TABLEAU I. — *L'agitation des ballons est faite en présence de O^2 pur à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	LIQUIDE	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
		minutes	c. c.	c. c.
I. Diaphragme de bœuf....	Sang (bœuf)....	— 60	215	175
II. Muscle de chien	Sang (bœuf)....	60	250	200
III. Foie de mouton	Sang (bœuf)....	45	77,5	80
IV. Foie de chien.....	Sang (bœuf)....	60	117	70
V. — —	Sang (bœuf)....	60	3	11
VI. — —	Sang (cheval)...	60	4,5	9,5

Digitized by Google

En examinant les chiffres exposées dans le tableau I, on constate immédiatement que les échanges respiratoires des tissus obtenus par notre méthode, sont beaucoup plus actifs que ceux observés par les auteurs précédents (P. Bert, Garnier et Lambert, Quinquaud, Lussana, etc.). Ainsi, par exemple, dans les expériences de Lussana le volume d'O^2 absorbé et de CO^2 éliminé par 100 gr. de muscles ou de foie dans l'espace de 4 heures a rarement dépassé 50 c. c. Les chiffres donnés par les autres auteurs sont encore plus faibles.

Nous pouvons en outre remarquer que les échanges respiratoires obtenus par notre méthode peuvent se rapprocher, en intensité, de ceux qui ont lieu dans l'organisme vivant. Par exemple, un kilogr. de chien absorbe par heure 900 c. c. environ d'O^2 (Regnault et Reiset). Or, dans l'expérience II, un kilogr. de muscle de chien aurait absorbé dans une heure 2500 c. c. d'O^2. Si l'on réfléchit que les muscles représentent 1/4 ou 1/5 environ de la masse totale du corps et qu'ils sont le siège principal des combustions organiques, on voit que la quantité d'O^2 absorbé *in vitro* par le tissu musculaire broyé devait être assez voisine de celle que ce même tissu aurait absorbée, dans des conditions normales, chez l'animal vivant.

Nous avons rapporté, à titre d'exemple, deux expériences sur le sang seul. Comme dans toutes les recherches analogues faites par les différents auteurs, l'absorption d'O^2 a été très faible ; le dégagement de CO^2 n'est pas non plus très considérable, une grande partie de CO^2 reste à l'état de combinaison dans le sang.

IV. — *Activité respiratoire des différents tissus chez les animaux à sang chaud.*

Dans ces expériences, nous nous sommes placés dans des conditions aussi semblables que possible, en employant la méthode que nous avons déjà indiquée. Le tissu à examiner a été pris aussi rapidement que possible après la mort. Des quantités égales de tissu broyé (40 gr.) ont été introduites dans des ballons ayant la même capacité (600 c. c. environ) et contenant 100 c. c. de sang défibriné, bien oxygéné. Les ballons ont été remplis d'oxygène. La température a été maintenue de 38 à 40°. La durée de l'expérience a été d'une heure.

Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau II.

TABLEAU II. — *Activité respiratoire des différents tissus. L'agitation a été faite en présence de O^2 pur, pendant une heure à 38°. Le O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
		c. c.	c. c.	
I. Muscle de bœuf (diaphragme.....	Sang de bœuf...	157,5	100	0,63
II. »	»	267	189	0,71
III. »	»	177,5	150	0,85

Digitized by Google

	TISSU	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
			c. c.	c. c.	
IV.	Muscle de bœuf (diaphragme).....	Sang de bœuf...	150	120	0,80
V.	»	»	223	146	0,66
VI.	»	»	172,5	125	0,73
VII.	»	»	251	205	0,81
VIII.	»	»	340	265	0,78
IX.	»	»	237,5	175	0,74
X.	»	»	215	175	0,81
XI.	»	»	190	150	0,79
XII.	»	»	267	180	0,71
XIII.	»	Sang de cheval.	275	208	0,76
XIV.	»	»	153	141	0,92
XV.	»	»	262,5	190	0,72
XVI.	»	»	290	245	0,85
XVII.	»	»	175	137,5	0,79
XVIII.	»	»	217,5	162,5	0,75
XIX.	»	»	237,5	210	0,88
XX.	»	»	250	212,5	0,85
XXI.	»	Sang de chien..	230	157	0,68
XXII.	»	»	255	175	0,69
XXIII.	Muscle de cheval...	Sang de cheval.	237,5	184	0,78
XXIV.	»	»	175	200	0,88
XXV.	»	»	267,5	230	0,86
XXVI.	»	»	170	137,5	0,81
XXVII.	»	»	199	182,5	0,92
XXVIII.	»	»	247,5	280	1,13
XXIX.	»	»	317,5	255	0,80
XXX.	»	»	265	245	0,92
XXXI.	»	»	295	250	0,85
XXXII.	»	»	182,5	193	1,07
XXXIII.	»	»	227,5	212,5	0,94
XXXIV.	»	»	217	208	0,96
XXXV.	»	»	162,5	200	1,23
XXXVI.	»	»	155	150	0,97
XXXVII.	»	»	185	187,5	1,01
XXXVIII.	»	Sang de bœuf...	125	97,5	0,78
XXXIX.	»	»	167,5	162,5	0,97
XL.	»	»	172,5	159	0,92
XLI.	»	»	141	127,5	0,90
XLII.	»	»	193	140	0,73
XLIII.	»	»	212,5	162,5	0,76
XLIV.	»	Sang de chien..	282,5	205	0,72
XLV.	»	»	145	95	0,66
XLVI.	»	Sang de mouton.	179,5	146	0,81
XLVII.	Muscle de mouton..	»	114	110	0,96
XLVIII.	»	»	155	125	0,81
XLIX.	»	»	62,5	70	1,12
L.	»	»	192,5	150	0,78
LI.	»	»	112,5	95	0,84
LII.	»	»	132,5	112,5	0,85
LIII.	»	»	175	125	0,71
LIV.	»	»	100,5	92,5	0,92
LV.	»	»	95	100	1,05
LVI.	»	Sang de chien...	195	120	0,62
LVII.	Muscle de chien	»	92,5	67,5	0,73
LVIII.	»	»	100	75	0,75
LIX.	»	»	127,5	87,5	0,69
LX.	»	»	75	63	0,83
LXI.	»	»	300	212,5	0,71
LXII.	»	Sang de bœuf...	137,5	125	0,91
LXIII.	»	»	141	112,5	0,80
LXIV.	»	»	122	104	0,81
LXV.	»	»	252,5	200	0,79
LXVI.	Muscle de chat.....	»	135	142,5	1,06
LXVII.	Muscle de porc.....	Sang de porc...	270	184	0,68
LXVIII.	Muscle de lapin.....	Sang de lapin...	60	93,3	1,56
LXIX.	»	Sang de bœuf...	80	133,3	1,67
LXX.	»	»	70	98	1,4

Digitized by Google

	TISSU	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
			c. c.	c. c.	
LXXI.	Muscle de lapin..	Sang de bœuf...	69	92	1,33
LXXII.	»	Sang de mouton.	50	122	2,44
LXXIII.	Muscle de cobaye	Sang de bœuf...	108	137	1,27
LXXIV.	»	»	100	126,6	1,27
LXXV.	»	Sang de cheval..	71	88	1,24
LXXVI.	Muscle de pigeon.	Sang de bœuf...	183,5	150	0,82
LXXVII.	»	»	320	260	0,81
LXXVIII.	»	»	603,3	566,6	0,94
LXXIX.	Muscle de poulet (rouge).....	»	140	186,6	1,33
LXXX.	»	»	171,5	174	1,01
LXXXI.	»	»	135	183,3	1,36
LXXXII.	Muscle de poulet (blanc).....	»	91,25	137,5	1,51
LXXXIII.	»	»	106	157	1,48
LXXXIV.	»	»	126,6	166,6	1,32
LXXXV.	Cœur de mouton.	Sang de cheval..	60	100	1,67
LXXXVI.	»	»	82,5	100	1,21
LXXXVII.	»	»	72,5	100	1,38
LXXXVIII.	»	»	55	75	1,36
LXXXIX.	»	»	67,5	87,5	1,30
XC.	Foie de bœuf.....	Sang de bœuf...	65	—	—
XCI.	»	»	57,5	75	1,30
XCII.	»	»	50	80	1,60
XCIII.	Foie de cheval...	Sang de cheval..	85	87,5	1,03
XCIV.	»	Sang de mouton.	85	77,5	0,91
XCV.	Foie de mouton..	»	45	50	1,11
XCVI.	»	Sang de bœuf...	90	93,5	1,04
XCVII.	»	Sang de cheval..	115	—	—
XCVIII.	Foie de chien....	Sang de chien...	101	112,5	1,11
XCIX.	»	»	82,5	70	0,85
C.	»	Sang de bœuf...	179	150	0,84
CI.	»	»	117	—	—
CII.	Foie de chat.....	»	115	95	0,83
CIII.	Foie de lapin	»	130	112,5	0,87
CIV.	»	»	80	72	0,90
CV.	Foie de cobaye...	»	110	120	1,09
CVI.	Foie de poulet ...	»	244	236	0,97
CVII.	»	»	288	240	0.83
CVIII.	Foie de pigeon...	»	420	540	1,29
CIX.	»	»	400	400	1,00
CX.	Rate de bœuf	Sang de cheval.	43	—	—
CXI.	Rate de cheval...	Sang de mouton.	60	62,5	1,04
CXII.	»	Sang de bœuf...	35	75	2,14
CXIII.	Poumon de bœuf.	Sang de cheval..	32,5	50	1,54
CXIV.	Poumon de chien.	Sang de chien...	67,5	50	0,74
CXV.	»	Sang de bœuf...	92,5	87,5	0,95
CXVI.	Poumon de mouton.....	»	52	55	1,06
CXVII.	Rein de cheval...	»	77,5	87,5	1,13
CXVIII.	»	»	87,5	110	1,26
CXIX.	Cerveau de cheval.....	»	70	85	1,21
CXX.	»	»	75	96	1,28
CXXI.	Cerveau de chien.	Sang de chien ..	67,5	60	0,89
CXXII.	»	Sang de bœuf...	82,5	82,5	1,00

En examinant les résultats rapportés dans le tableau II, nous y constatons d'abord des différences assez considérables malgré l'identité des conditions. Toutefois on peut dire qu'il est bien rare que le même tissu provenant de la même espèce animale présente, dans l'intensité des échanges respiratoires, des écarts qui atteignent la proportion de un à deux.

L'activité respiratoire d'un même tissu varie d'une manière assez considé-

Digitized by Google

rable d'une espèce animale à l'autre. Nous en parlerons tout à l'heure, lorsque nous aurons établi les moyennes des valeurs fournies par les différents tissus.

Quant au quotient respiratoire, les écarts ne sont pas très considérables lorsque les conditions expérimentales sont les mêmes.

En calculant les moyennes des valeurs exposées dans le tableau II, nous obtenons les chiffres que nous rapportons dans le tableau III.

TABLEAU III. — *Moyennes de l'activité des échanges respiratoires dans les tissus des différentes espèces animales. Les échanges sont calculés pour une heure et pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	ESPÈCE ANIMALE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
		c. c.	c. c.	
Muscle	Bœuf	227	175	0,76
»	Cheval	205	184,5	0,80
»	Chien	150	116	0,78
»	Mouton	133	110	0,86
»	Cobaye	93	117	1,26
»	Lapin	65,6	108	1,65
»	Pigeon	369,3	325,5	0,86
Muscle (pattes postérieures)	Poulet	148,8	181,3	1,23
Muscle (sternum)	»	108	154	1,43
Cœur	Mouton	67,5	92,5	1,38
Foie	Bœuf	58	77,5	1,45
»	Cheval	86	83,5	0,97
»	Chien	119	110	0,93
»	Mouton	85	73	0,86
»	Lapin	105	92,25	0,88
»	Cobaye	110	120	1,09
»	Poulet	266	238	0,89
»	Pigeon	410	470	1,14
Poumon	Chien	80	68	0,84
Cerveau	Cheval	72	90	1,24
»	Chien	75	71	0,94
Rein	Cheval	82,5	98,75	1,19
Rate	»	47,5	68,5	1,44

Les moyennes rapportées dans le tableau III permettent de classer les différents tissus dans l'ordre décroissant suivant, d'après leur activité respiratoire : foie des oiseaux (pigeon et poulet) ; muscles rouges (pigeon, bœuf, cheval, chien, poulet, chat, mouton) ; muscles blancs (poulet, cobaye, lapin); foie des mammifères ; rein; poumon; cerveau; cœur et rate.

Il existe une différence assez nette entre l'activité respiratoire du foie des oiseaux et celle du foie des mammifères. En effet, les échanges gazeux ont été beaucoup plus considérables dans le foie des oiseaux. En outre, aussi bien chez le poulet que chez le pigeon, l'activité respiratoire du foie a été plus élevée que celle des muscles, contrairement à ce que l'on observe chez la plupart des mammifères.

Nous pouvons ensuite constater une différence remarquable entre l'activité respiratoire des muscles rouges (pigeon, bœuf, cheval, chien, mouton) et celle des muscles blancs (thorax du poulet) ou des muscles où les fibres blanches prédominent (lapin, cobaye et pattes postérieures du poulet). Les muscles rouges ont d'abord des échanges plus actifs. A ce point de vue la

Digitized by Google

différence est surtout bien nette entre les muscles rouges de pigeon et les muscles blancs du sternum de poulet; l'activité respiratoire des muscles de pigeon est environ 4 fois plus grande.

La différence entre les muscles rouges et les muscles blancs est encore plus nette si l'on examine leurs quotients respiratoires. Lorsqu'il s'agit des muscles rouges le quotient respiratoire est inférieur à l'unité et il se rapproche de celui qu'on a approximativement chez les animaux vivants soumis à une alimentation mixte. Au contraire les muscles dans lesquels les fibres blanches prédominent ont toujours présenté un quotient respiratoire supérieur à l'unité. Le muscle cardiaque de mouton, qui pourtant est bien rouge, s'est comporté comme les muscles blancs, quant à l'activité des échanges et la valeur du quotient respiratoire.

Comment expliquer cette différence? Il nous paraît probable qu'elle soit due principalement à deux facteurs. Comme premier facteur on pourrait admettre la présence d'hémoglobine dans les muscles rouges, et son absence dans les muscles blancs. En effet, nous verrons plus loin que le sang, ou simplement une solution d'hémoglobine, activent considérablement les échanges respiratoires des muscles. Toutefois, on pourrait objecter que dans les expériences du tableau II, les muscles blancs aussi bien que les muscles rouges étaient plongés dans le sang, et que, par conséquent, les muscles blancs avaient aussi à leur disposition toute l'hémoglobine nécessaire. Mais on peut admettre que l'hémoglobine qui est incorporée dans les éléments musculaires agit plus énergiquement que l'hémoglobine qui est dans le sang, en dehors des fibres du muscle. Du reste, la présence d'hémoglobine dans les muscles rouges ne doit pas jouer un rôle bien considérable, car, comme nous l'avons dit, le muscle du cœur (de mouton) se comporte comme les muscles blancs.

Le second facteur, qui doit jouer un rôle beaucoup plus important, consisterait, d'après nous, dans la perte de la vitalité, qui serait plus rapide pour les muscles blancs et pour le muscle cardiaque que pour les muscles rouges ordinaires. La rigidité cadavérique par exemple apparaît plus vite dans le cœur et dans les muscles blancs que dans les muscles rouges ordinaires. Nous pouvons admettre que par le fait du broyage les muscles blancs présentent rapidement un état analogue à la rigidité cadavérique, ce qui amènerait une diminution considérable dans les échanges respiratoires. Nous verrons plus loin que les muscles rouges perdent aussi la plus grande partie de leur activité respiratoire lorsqu'ils sont entrés en rigidité cadavérique. La rigidité cadavérique étant la conséquence de la réaction acide qui apparaît dans le muscle, c'est peut-être cette acidité qui affaiblit les échanges gazeux dans ces tissus.

Nous avons dit que le quotient respiratoire est très élevé dans les expériences faites avec les muscles blancs et avec le cœur. Cette élévation du quotient respiratoire est, en partie, une conséquence de l'apparition de l'acidité. Le CO^2 qui préexiste soit dans le sang, soit dans le muscle, peut se dégager plus facilement en présence de l'acide. Et comme pour 100 gr. de muscle nous employons 250 c. c. de sang, qui peuvent contenir jusqu'à 100 c. c. de CO^2, ou même davantage, nous voyons que le CO^2 provenant du sang, peut faire augmenter d'une manière très considé-

Digitized by Google

rable le quotient respiratoire. Dans les expériences sur les muscles blancs et sur le cœur le CO^2 dégagé est donc de beaucoup supérieur à l'O^2 absorbé, parce qu'une grande partie de CO^2 provient du sang, où il préexistait.

Les muscles rouges pris immédiatement après la mort et soumis tout de suite à l'agitation ne deviennent pas acides, et, par conséquent, le CO^2 du sang reste en grande partie à l'état de combinaison. Il est superflu d'ajouter qu'une même quantité de CO^2 dégagé élève davantage le quotient respiratoire lorsque la quantité d'O^2 absorbée est faible, comme c'est le cas pour les muscles blancs, que lorsque la quantité d'O^2 absorbée est plus considérable.

Les résultats que nous avons obtenus ne permettent pas, naturellement, de conclure, que aussi sur le vivant les échanges respiratoires des muscles rouges sont beaucoup plus actifs que ceux du cœur et des muscles blancs. Nous venons d'insister sur l'interprétation que nous avons donnée à nos expériences pour expliquer la différence entre l'activité respiratoire des muscles blancs et celle des muscles rouges *in vitro*.

Pour les autres tissus nous pourrions faire une remarque analogue. Nous n'avons pas le droit d'établir un parallélisme certain entre l'activité des échanges respiratoires chez le vivant et celle constatée dans nos expériences. Toutefois l'existence d'un certain parallélisme paraît assez probable, car tous les tissus que nous avons examinés, sauf le cerveau, conservent leurs fonctions plusieurs heures après la mort.

Si nous comparons les résultats exposés dans le tableau III avec ceux donnés par les auteurs qui ont étudié les échanges respiratoires des tissus isolés, nous pouvons faire les remarques suivantes. Les rapports que nous avons obtenus entre les activités respiratoires des différents tissus se rapprochent dans leurs grandes lignes de ceux donnés par Quinquaud. Ainsi cet auteur trouve, à conditions égales, que les muscles absorbent à peu près le double d'O^2 que le cerveau, le foie et le rein, et que la rate est moins active que les autres tissus que nous venons de citer. Nos expériences ne s'accordent pas avec celles de Quinquaud et de P. Bert en ce qui concerne le cœur, car dans les recherches de ces auteurs le muscle cardiaque se serait comporté à peu près comme les autres muscles. La différence de la méthode explique aisément ces différences dans les résultats.

La majorité des autres auteurs a surtout expérimenté avec des tissus des animaux à sang froid, ou bien avec les seuls muscles d'animaux à sang chaud, sans faire de recherches comparatives.

Nous ne revenons pas sur la constatation que nous avons déjà faite et d'après laquelle les échanges respiratoires obtenus par notre méthode sont beaucoup plus actifs que ceux observés par les autres auteurs.

V. — *Influence du temps écoulé après la mort de l'animal sur l'activité des échanges respiratoires des tissus.*

Dans les expériences dont nous allons exposer les résultats, nous avons étudié l'influence du temps écoulé après la mort de l'animal sur l'activité respiratoire des tissus. Ces recherches ont porté seulement sur

les muscles et sur le foie de différents animaux. Le tissu était conservé intact sur l'animal même, ou bien il était détaché et conservé dans un endroit frais. Il n'était broyé qu'au moment où l'on allait commencer l'expérience.

Comme on sait, les tissus présentent une réaction acide quelque temps après la mort. Pour neutraliser cette acidité, nous avons souvent ajouté de la soude caustique dans les flacons contenant les émulsions de tissus (0gr,20 de NaOH pour 100 c. c. de liquide.) La soude absorbait naturellement une certaine quantité de CO^2, qui devait varier suivant l'acidité du tissu.

Nous avons par conséquent jugé inutile de rapporter dans le tableau suivant les valeurs de CO^2, lorsqu'on avait employé de la soude.

Comme d'habitude on a ajouté 100 c. c. de liquide à 40 gr. de tissu broyé. Le liquide était constitué dans quelques cas par du sang et dans d'autres cas par de l'eau. Le milieu gazeux était représenté par de l'air ou par de l'oxygène pur. Le ballon était maintenu à 38° environ pendant toute la durée de l'agitation.

Nous rapportons dans le tableau IV les résultats de ces expériences.

Tableau IV. — *Influence du temps écoulé après la mort de l'animal. La durée de l'agitation a été de 60 minutes dans toutes les expériences. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	TEMPS ÉCOULÉ après la mort	LIQUIDE	MILIEU gazeux	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
	h. m.			c. c.	c. c.	
1. Muscle de chien....	5 30	Eau (NaOH)....	O^2	49	—	—
»	24 40	»	»	18	—	—
2. Muscle de chien à jeun.....	2	Eau (NaOH)....	O^2	70	—	—
»	6 15	»	»	56	—	—
3. Muscle de chien à jeun.....	2	Sang de chien (NaOH).....	Air.	103	—	—
»	6 15	»	»	62,5	—	—
4. Muscle de chien....	1 25	Eau.....	O^2	58,75	35,5	0,60
»	18 12	»	»	53,75	36,25	0,67
5. Muscle de chien....	40	Eau (NaOH)	O^2	134,5	—	—
»	6	»	»	38,75	—	—
6. Muscle de bœuf	1 30	Sang de bœuf...	O^2	275	165	0,6
»	7	»	»	81,25	68,75	0,84
7. Muscle de bœuf....	1 30	Sang de cheval..	O^2	192,5	162,5	0,84
»	21 30	»	»	50	125	2,5
8. Muscle de bœuf	1 30	Eau	O^2	60	70	1,17
»	21 30	»	»	30	40	1,33
9. Muscle de cheval...	1 30	Sang de bœuf...	O^2	132,5	145	1,09
»	6 30	»	»	75	112,5	1,5
10. Muscle de cheval...	1 30	Eau	O^2	25	37,5	1,5
»	6 30	»	»	10	37,5	3,75
11. Muscle de cheval...	1 30	Sang de bœuf...	O^2	100	112,5	1,12
»	20	»	»	27,5	90	3,27
12. Muscle de cheval...	1 30	Eau	O^2	25	45	1,80
»	20	»	»	17,5	30	1,71
13. Muscle de cheval...	2	Sang de bœuf...	O^2	150	137,5	0,92
»	25	»	»	62,5	85	1,36
14. Muscle de cheval...	20 30	Sang de bœuf...	O^2	67,5	70	1,03
15. Muscle de lapin....	1 5	Sang de mouton (NaOH).....	Air.	88	—	—
»	8 25	»	»	20	—	—

Digitized by Google

TISSU	TEMPS ÉCOULÉ après la mort	LIQUIDE	MILIEU gazeux	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
	h. m.			c. c.	c. c.	
16. Muscle de lapin....	35	Sang de mouton (NaOH).....	Air.	72	—	—
»	7 40	»	»	54	—	—
17. Muscle de lapin....	40	Sang de mouton (NaOH).....	Air.	96	—	—
»	6 15	»	»	40	—	—
18. Foie de mouton....	1 40	Eau (NaOH)....	Air.	60	—	—
»	4 10	»	»	55	—	—
19. Foie de mouton....	2 30	Eau (NaOH)....	Air.	51	—	—
»	44 30	»	»	45	—	—
20. Foie de mouton....	3	Eau (NaOH)....	O^2	141	—	—
»	21	»	»	121	—	—
21. Foie de mouton....	4	Eau (NaOH)....	O^2	94	—	—
»	21	»	»	52	—	—
22. Foie de cheval.....	2 30	Eau (NaOH)....	Air.	58	—	—
»	20 30	»	»	53	—	—
23. Foie de cheval.....	4 30	Eau (NaOH)....	Air.	68	—	—
»	20 30	»	»	55	—	—
24. Foie de chien.....	30	Eau (NaOH)....	Air.	72	—	—
»	7 30	»	»	71	—	—
25. Foie de chien.....	1 15	Eau.....	O^2	90,75	75	0,76
»	18 45	»	»	61,25	41,5	0,68
26. Foie de chien.....	1 45	Sang de chien...	O^2	107.5	70	0,65
»	18 45	»	»	86,25	63,75	0,74
27. Foie de chien à jeun.	2	Eau (NaOH)....	O^2	120	—	—
»	6 15	»	»	98	—	—

Les résultats exposés dans le tableau IV démontrent clairement que l'activité respiratoire des muscles diminue considérablement, si l'on attend quelques heures après la mort. Le foie, au contraire, garde presque intacte la valeur des échanges gazeux, même après 20 heures ou davantage.

Cette différence entre les muscles et le foie est due probablement à l'apparition de la rigidité cadavérique dans les muscles. Mais il serait intéressant de savoir si la diminution de l'activité respiratoire dans le tissu musculaire est la conséquence de la rigidité elle-même, ou bien si elle est due à l'action directe de l'acidité sur les substances qui président aux oxydations. Pour le moment, nous ne pouvons pas répondre à cette question.

On ne rétablit pas l'activité respiratoire des muscles, broyés plusieurs heures après la mort, en alcalinisant l'eau (Exp. I, V etc.) ou le sang (Exp. III, XV, etc.) dans lequel ils plongent. On peut donc dire que la diminution du pouvoir oxydant dans le muscle est définitive après un certain laps de temps.

VI. — *Influence de la nature du milieu gazeux sur l'activité respiratoire des tissus.*

Nous avons fait un certain nombre d'expériences comparatives dans le but d'étudier l'influence de la proportion d'oxygène dans le milieu gazeux, sur les échanges respiratoires des tissus. Outre ces recherches comparatives,

Digitized by Google

nous pourrions reproduire ici un grand nombre d'expériences dans lesquelles des tissus provenant d'individus de la même espèce animale ont été plongés tantôt dans l'air et tantôt dans l'oxygène pur.

Ces expériences, faites dans d'autres buts, viendraient confirmer les résultats des recherches comparatives qui sont rapportées dans le tableau V.

Nous avons, en outre, mesuré la quantité de CO^2 dégagée par des émulsions de muscle ou de foie, d'un côté, dans une atmosphère de gaz inerte, et, de l'autre côté, dans une atmosphère d'oxygène. Les tissus broyés ont été mélangés avec l'eau et non avec le sang, parce que dans ce dernier cas une partie de CO^2 aurait été fournie par le sang. Les résultats de ces recherches sont exposés à la fin du tableau.

Dans toutes ces expériences les tissus ont été employés aussi vite que possible après la mort. Les ballons étaient maintenus à la température de 38° environ.

TABLEAU V. — *Influence de la nature du milieu gazeux. La durée de l'agitation a été de 60 minutes dans toutes les expériences. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

	TISSU	LIQUIDE	MILIEU gazeux	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
				c. c.	c. c.	
I.	Muscle de chien	Sang de chien	Air.	180	175	0,97
	»	»	O^2	300	212,5	0,71
II.	Muscle de cheval	Eau salée	Air.	34	37,5	1,10
	»	»	O^2	57,5	55	0,96
III.	Muscle de cheval	Eau salée	Air.	62,5	67,5	1,08
	»	»	O^2	85	87,5	1,03
IV.	Muscle de cheval	Sang de cheval	Air.	137,5	200	1,45
	»	»	O^2	175	200	1,14
V.	Muscle de lapin (à jeun)	Eau (NaOH)	Air.	12	—	—
	»	»	O^2	15	—	—
VI.	Muscle de lapin	Sang de bœuf	Air.	56,6	126,6	2,24
	»	»	O^2	80	133,3	1,67
VII.	Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Air.	286,6	336,6	1,17
	»	»	O^2	603,3	566,6	0,94
VIII.	Muscle de poulet blanc	Sang de bœuf	Air.	46,6	106,6	2,29
	»	»	O^2	126,6	166,6	1,32
IX.	Foie de chien	Eau	Air.	54	39,5	0,73
	»	»	O^2	104	62,5	0,60
X.	Foie de chien	Sang de chien	Air.	70	75	1,07
	»	»	O^2	82,5	70	0,85
XI.	Foie de cheval	Eau	Air.	54	44,25	0,82
	»	»	O^2	76	59,25	0,78
XII.	Foie de mouton	Eau (NaOH)	Air.	54	—	—
	»	»	O^2	61	—	—
XIII.	Foie de mouton	Sang (NaOH)	Air.	98	—	—
	»	»	O^2	126	—	—
XIV.	Rein de cheval	Sang de bœuf	Air.	77,5	115	1,48
	»	»	O^2	87,5	110	1,26
XV.	Muscle de cheval	Eau salée	O^2	110	97,5	0,89
	»	»	H	—	23	—
	»	»	Az	—	25	—
XVI.	Muscle de cheval	Eau	O^2	45	50	1,11
	»	»	H	—	27	—
	»	»	Az	—	26	—
XVII.	Muscle de chien	Eau salée	O^2	30	50	1,67
	»	»	H	—	20	—

Digitized by Google

TISSU	LIQUIDE	MILIEU gazeux	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
			c. c.	c. c.	
XVIII. Muscle de bœuf.....	Eau	O^2	25	45	1,80
»	»	H	—	20	—
XIX. Foie de cheval.....	Eau salée.....	O^2	52,5	50	0,95
»	»	H	—	20	—
XX. Foie de cheval.....	Eau	O^2	50	50	1,00
»	»	Az	—	17,5	—
XXI. Foie de chien.....	Eau	O^2	100	82	0,80
»	»	H	—	33	—

En examinant les résultats exposés dans le tableau V, on constate d'abord que, dans une atmosphère d'oxygène pur, les échanges gazeux des tissus sont plus actifs que dans l'air. Toutefois, l'augmentation de l'activité respiratoire, due à la présence de l'oxygène, a été très variable dans les différentes expériences.

L'influence de la proportion d'oxygène se manifeste aussi bien dans les cas où le muscle broyé plonge dans l'eau, que dans les cas où il plongeait dans le sang.

On peut observer que, d'une manière générale, la proportion d'oxygène a moins d'effet sur l'activité respiratoire du foie ou du rein (une seule expérience) que sur celle des muscles. En effet, si nous prenons les moyennes des différentes expériences sur les muscles nous trouvons que dans l'air on a 101,9 c. c. d'O^2 absorbé et 149,9 c. c. de CO^2 dégagé par 100 gr. de tissu. Dans l'O^2 pur on a eu respectivement 180,26 c. c. de O^2 et 203,07 c. c. de CO^2. Les moyennes pour le foie sont les suivantes, dans l'air : 66 c. c. d'O^2 absorbé et 52,91 c. c. de CO^2 dégagé ; dans l'oxygène pur : 89,9 c. c. d'O^2 et 63,91 c. c. de CO^2.

Quant au quotient respiratoire, il a toujours été plus élevé dans l'air que dans l'atmosphère d'oxygène pur. La cause doit être surtout recherchée dans le fait que les tissus gardent plus longtemps leur vitalité dans l'O^2 que dans l'air. Dans l'air ils deviennent plus rapidement acides et, par conséquent, le dégagement de CO^2 préexistant dans le sang et dans les tissus est plus considérable. Dans quelques cas (Exp. X et XIV) le dégagement de CO^2 a été même plus fort dans l'air que dans l'O^2 pur.

Les résultats obtenus en employant une atmosphère de gaz inerte démontrent d'une manière bien nette que le dégagement de CO^2 devient beaucoup plus faible lorsque le muscle ou le foie ne peuvent pas absorber de l'O^2. La quantité de CO^2 dégagé devient si faible, qu'il est permis d'admettre que le CO^2 préexistait dans le tissu au moment de la mort. L'un de nous [1], dans un travai précédent, était arrivé à la conclusion que, chez le chien, il ne se forme pas de quantités appréciables de CO^2 après la mort. Les expériences rapportées dans le tableau V viennent donc confirmer les résultats obtenus par l'un de nous au moyen de la méthode de la circulation artificielle sans intervention

[1] Battelli. Contribution à l'étude du métabolisme en cas de circulation artificielle *Archives internationales de Physiologie*, 1904, t. 1, p. 47-71.

Digitized by Google

de l'oxygène. On trouvera dans ce travail la bibliographie sur la production de CO^2 dans les tissus animaux.

VII. — *Influence de la température du milieu.*

Pour étudier l'influence de la température sur l'activité respiratoire des tissus, nous avons fait des expériences comparatives. Nous avons dit que nous disposions de deux appareils agitateurs, qui pouvaient marcher en même temps. Le même tissu broyé était séparé en deux parties égales, chaque partie était introduite dans un ballon. Chaque ballon était agité dans un bain d'eau.

La température des deux bains d'eau n'était pas la même. Les autres conditions étaient identiques.

Les résultats de ces expériences sont rapportés dans le tableau VI.

TABLEAU VI. — *Influence de la température du milieu. La durée de l'agitation est d'une heure. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

	TISSU	LIQUIDE	MILIEU gazeux	TEMPÉRATURE	O^2 absorbé	CO^2 éliminé	QUOTIENT respiratoire
				degrés	c. c.	c. c.	
I.	Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	O^2	13,7	38	33	0,87
II.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	13,7	32,5	21	0,64
III.	Muscle de bœuf....	Sang de cheval.....	O^2	20	80	65	0,81
	»	»	»	11	51,25	32,5	0,63
IV.	Muscle de bœuf....	Sang de cheval.....	Air.	20	62,5	60	0,95
	»	»	»	11	37,5	30	0.80
V.	Muscle de bœuf....	Eau salée.....	O^2	20	52,5	52,5	1,00
	»	»	»	11	35	22,5	0,64
VI.	Muscle de bœuf....	Eau salée.....	Air.	20	42,5	37,5	0,88
	»	»	»	11	30	25	0,83
VII.	Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	O^2	30	117,5	115	0,97
	»	»	»	20	70	75	1,07
VIII.	Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	Air.	30	97,5	112,5	1,15
	»	»	»	20	62,5	67,5	1,08
IX.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	30	72,5	62,5	0,86
	»	»	»	20	54,5	45	0,82
X.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	Air.	30	47,5	50	1,05
	»	»	»	20	39,5	37,5	0,94
XI.	Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	O^2	40	175	195	1,11
	»	»	»	29,5	132,5	150	1,13
XII.	Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	Air.	40	187	200	1,07
	»	»	»	29,5	137	150	1,09
XIII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	40	85	87,5	1,02
	»	»	»	29,5	62,5	62,5	1,00
XIV.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	Air.	40	62,5	67,5	1,08
	»	»	»	29,5	60	62,5	1,04
XV.	Muscle de cheval..	Sang de bœuf.....	O^2	40	193,3	140	0,72
	»	»	»	50	90	110	1,22
XVI.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	40	46,6	33,3	0,71
	»	»	»	50	13,3	33,3	2,50
XVII.	Muscle de cheval..	Sang de bœuf.....	O^2	38,5	141,25	127,5	0,90
	»	»	»	48,5	77,5	100	1.29
XVIII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	38,5	57,5	55	0.95
	»	»	»	48.5	30	27,5	0,91
XIX.	Foie de mouton....	Eau	O^2	39,2	52	—	—
	»	»	»	8,5	26	—	—

Digitized by Google

Les résultats exposés dans le tableau VI démontrent nettement que la température optima, pour l'activité respiratoire des muscles, est d'environ 40°. Si on élève la température à 48° les échanges gazeux diminuent considérablement, et de même ils deviennent plus faibles à mesure qu'on abaisse la température à 29°,5, à 20° et à 11°. Toutefois, à 11° les combustions organiques se font encore avec une certaine intensité.

Conclusions.

Les conclusions sont renvoyées à la fin du 2e mémoire.

(Extrait du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, janvier 1907, n° 1.)

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR L'ACTIVITÉ RESPIRATOIRE DES TISSUS

(2e mémoire)

Par M. F. **BATTELLI** et Mlle **L. STERN**

(Travail du laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève.)

I. — *Influence du sang sur l'activité respiratoire des tissus.*

Dans ce chapitre nous ne rapportons que les recherches comparatives faites dans le but spécial d'étudier l'influence du sang sur les échanges gazeux des tissus. Dans ces expériences, les tissus ont été broyés immédiatement après la mort, sauf dans quelques expériences sur les muscles rigides; ces dernières expériences sont rapportées à la fin du tableau. Les ballons, soumis à l'agitation, ont été maintenus à la température de 38°. Le milieu gazeux était, le plus souvent, constitué par de l'oxygène pur, plus rarement par de l'air.

Les résultats de ces expériences sont rapportés dans le tableau I :

TABLEAU I. — *Influence du sang. L'absorption de O^2 et le dégagement de CO^2 sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSUS	LIQUIDE	MILIEU gazeux	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
			minutes	c. c.	c. c.	
I. Muscle de bœuf.....	Eau salée.....	O^2	30	41,25	40	0,97
»	Sang (bœuf).....	»	»	200	142,5	0,71
II. Muscle de bœuf.....	Eau salée.....	O^2	120	52,5	45	0,86
»	Sang (bœuf).....	»	»	302,5	190	0,63

Digitized by Google

	TISSUS	LIQUIDE	MILIEU gazeux	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
				minutes	c. c.	c. c.	
III.	Muscle de bœuf....	Eau salée.....	O^2	60	81,25	68,75	0,85
	»	Sang (cheval).....	»	»	262,5	190	0,72
IV.	Muscle de bœuf....	Eau salée.....	O^2	60	50	60	1,2
	»	Sang (bœuf).....	»	»	177,5	150	0,84
V.	Muscle de bœuf...	Eau salée.....	O^2	60	37,5	31,25	0,83
	»	Sang (chien).....	»	»	255	175	0,69
VI.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	57,5	55	0,96
	»	Sang (bœuf).....	»	»	141,25	127,5	0,90
VII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	46,6	33,3	0,72
	»	Sang (bœuf).....	»	»	193,3	140	0,72
VIII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	85	87	1,03
	»	Sang (cheval).....	»	»	175	200	1,14
IX.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	Air.	60	62,5	67,5	1,08
	»	Sang (cheval).....	»	»	137,5	200	1,45
X.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	10	32,5	50	1,54
	»	Sang (cheval).....	»	»	92,5	125	1,35
XI.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	30	80	80	1,00
	»	Sang (cheval).....	»	»	197,5	180	0,91
XII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	115	95	0,83
	»	Sang (cheval).....	»	»	267,5	230	0,86
XIII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	90	147,5	117,5	0,80
	»	Sang (cheval).....	»	»	374	305	0,82
XIV.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	44	44	1,00
	»	Sang (cheval).....	»	»	100	100	1,00
XV.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	90	82,5	0,92
	»	Sang (cheval).....	»	»	182,5	195	1,07
XVI.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	75	117,5	112,5	0,96
	»	Sang (cheval).....	»	»	247,5	237,5	0,96
XVII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	72,5	75	1,03
	»	Sang (cheval).....	»	»	155	150	0,97
XVIII.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	107,5	102,5	0,95
	»	Sang (cheval).....	»	»	185	186,25	1,01
XIX.	Muscle de cheval..	Eau + NaOH.....	Air.	60	40	—	—
	»	Sang (cheval) + NaOH	»	»	138	—	—
XX.	Muscle de cheval..	Eau + NaOH.....	Air.	30	37,5	—	—
	»	Sang (cheval) + NaOH.	»	»	85	—	—
XXI.	Muscle de cheval..	Eau salée.....	Air.	30	37,5	45	1,2
	»	Sang (cheval).....	»	»	99	111,25	1,12
XXII.	Muscle de mouton.	Eau salée.....	O^2	60	64	50	0,78
	»	Sang (mouton).....	»	»	192,5	150	0,78
XXIII.	Muscle de mouton.	Eau salée.....	O^2	60	25	30	1,2
	»	Sang (mouton).....	»	»	175	125	0,71
XXIV.	Muscle de chien...	Eau + NaOH.....	Air.	70	38	—	—
	»	Sang (chien) + NaOH.	»	»	185	—	—
XXV.	Muscle de chien...	Eau salée.....	O^2	60	37,5	32,5	0,87
	»	Sang (chien).....	»	»	92,5	67,5	0,73
XXVI.	Muscle de lapin...	Eau salée.....	Air.	60	42	39,6	0,94
	»	Sang (cheval).....	»	»	110	120	1,09
XXVII.	Muscle de lapin...	Eau + NaOH.....	Air.	60	33	—	—
	»	Sang + NaOH.....	»	»	87	—	—
XXVIII.	Muscle de lapin...	Eau salée.....	Air.	60	17	26	1,53
	»	Sang (mouton).....	»	»	96	133	1,39
XXIX.	Muscle de lapin (à jeun).....	Eau salée.....	Air.	60	12	—	—
	»	Sang.....	»	»	45	—	—
XXX.	Muscle de chat....	Eau salée.....	O^2	60	65	60	0,92
	»	Sang (bœuf).....	»	»	135	142	1,05
XXXI.	Muscle de cobaye..	Eau + NaOH.....	O^2	45	52	—	—
	»	Sang (bœuf) + NaOH.	»	»	90	—	—
XXXII.	Muscle de cobaye..	Eau + NaOH.....	Air.	60	20	—	—
	»	Sang (cheval) + NaOH.	»	»	85	—	—
XXXIII.	Muscle de poulet (blanc).....	Eau salée.....	O^2	60	23,75	25	1,05
	»	Sang (bœuf).....	»	»	91,25	137,5	1,50

Digitized by Google

TISSUS	LIQUIDE	MILIEU gazeux	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
			minutes	c. c.	c. c.	
XXXIV. Muscle de poulet (blanc).....	Eau salée.....	O^2	60	40	36	0,9
»	Sang (bœuf).....	»	»	106	157	1,49
XXXV. Muscle de poulet (rouge).....	Eau salée.....	O^2	60	53	43	0,81
»	Sang (bœuf).....	»	»	171,5	175	1,02
XXXVI. Muscle de pigeon.	Eau salée.....	O^2	50	75	67,5	0,9
»	Sang (bœuf).....	»	»	320	260	0,81
XXXVII. Muscle de pigeon.	Eau salée.....	O^2	60	61,25	40	0,65
»	Sang (bœuf).....	»	»	183,5	150	0,82
XXXVIII. Foie de bœuf....	Eau distillée.....	O^2	60	55	45	0,82
»	Sang (bœuf).....	»	»	57,5	75	1,30
XXXIX. Foie de bœuf....	Eau salée.....	O^2	60	70	37,5	0,54
»	Sang (bœuf).....	»	»	50	80	1,6
XL. Foie de cheval ..	Eau distillée.....	O^2	60	87,5	75	0,86
»	Sang (cheval).....	»	»	85	87,5	1,03
XLI. Foie de mouton..	Eau distillée.....	Air.	50	90	74	0,82
»	Sang.....	»	»	93	77	0,83
XLII. Foie de chien....	Eau salée.	O^2	60	80	65	0,81
»	Sang (chien).....	»	»	82,5	70	0,85
XLIII. Foie de chien....	Eau salée.....	O^2	60	121,25	65	0,54
»	Sang (bœuf).....	»	»	117	70	0,60
XLIV. Foie de chien...	Eau salée.....	Air.	75	64	46,5	0,73
»	Sang.....	»	»	121	74	0,61
XLV. Foie de chien....	Eau + NaOH.....	Air.	110	98	—	—
»	Sang + NaOH.....	»	»	142	—	—
XLVI. Foie de lapin....	Eau salée	Air.	60	36	36	1,00
»	Sang.....	»	»	93	115	1,24
XLVII. Cerveau de cheval.....	Eau salée.....	O^2	45	70	62,5	0,89
»	Sang (bœuf).....	»	»	62,5	80	1,28
XLVIII. Cerveau de cheval.....	Eau salée.....	O^2	60	80	75	0,94
»	Sang bœuf.....	»	»	70	85	1,21
XLIX. Rein de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	60	70	1,67
»	Sang (bœuf).....	»	»	87,5	110	1,26
L. Rein de cheval..	Eau salée.....	O^2	60	57,5	62,5	1,09
»	Sang (bœuf).....	»	»	77,5	87,5	1,13
LI. Poumon de mouton.....	Eau salée.....	O^2	45	42,5	32,5	0,77
»	Sang (bœuf).....	»	»	44	46,25	1,05
LII. Muscle de chien pris 6 heures après la mort.	Eau salée + NaOH....	Air.	60	25	—	—
»	Sang (cheval) + NaOH.	»	»	53	—	—
LIII. Muscle de cheval pris 4 heures après la mort.	Eau salée + NaOH...	Air.	55	42,5	—	—
»	Sang (cheval) + NaOH.	»	»	97,5	—	—
LIV. Muscle de cheval. 6 h. 30 après la mort.....	Eau.....	O^2	60	10	37,5	3,75
»	Sang (bœuf).....	»	»	75	112,5	1,5
LV. Muscle de cheval 20 heures après la mort.....	Eau.....	O^2	60	17,5	30	1,71
»	Sang (bœuf).....	»	»	27,5	90	3,27
LVI. Muscle de bœuf. 20 h. 30 après la mort.....	Eau.....	O^2	60	30	40	1,33
»	Sang (cheval).....	»	»	50	125	2,5

Digitized by Google

Il résulte des expériences rapportées dans le tableau I que l'activité respiratoire des différents tissus n'est pas influencée de la même manière par la présence du sang. Les échanges gazeux des muscles frais offrent toujours une élévation énorme, tandis que l'activité respiratoire du foie, du cerveau, du rein, du poumon est peu augmentée ou ne l'est pas du tout. Dans quelques cas même (Exp. XXXIX, XL, XLIII, XLVII, XLVIII), la quantité d'O^2 absorbé a été plus faible lorsque le liquide était constitué par du sang que lorsqu'il était représenté par de l'eau. L'influence favorable du sang sur la respiration des muscles pris plusieurs heures après la mort, est aussi bien considérable (Exp. LII à LVI.)

Si nous prenons les moyennes des différentes expériences sur les muscles *frais*, nous trouvons que dans l'eau on a 56,59 c. c. d'O^2 absorbé et 58,05 c. c. de CO^2 dégagé par 100 gr. de tissu. Dans le sang on a respectivement 165,76 c. c. d'O^2 absorbé et 165,08 c. c. de CO^2 dégagé.

Les moyennes pour l'ensemble des autres tissus (foie, cerveau, rein et poumon) sont les suivantes : dans l'eau, 72,26 c. c. d'O^2 absorbé et 58,2 c. c. de CO^2 dégagé; dans le sang, 84,46 c. c. d'O^2 absorbé et 81,32 c. c. de CO^2 dégagé.

Comment expliquer cette différence si nette entre l'action que le sang exerce sur la respiration des muscles et celle qu'il produit sur la respiration des autres tissus ? Il faut d'abord remarquer que cette influence du sang est due, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, à l'action de l'hémoglobine et non à celle du sérum.

L'influence de l'hémoglobine sur les muscles pourrait être expliquée par le fait que le contact du muscle avec l'oxygène est facilité; mais alors on ne comprend pas pourquoi, dans la majorité des cas, l'hémoglobine n'agit pas de la même façon sur les autres tissus.

Il faut remarquer, d'autre part, que les muscles blancs ou les muscles pâles présentent quelquefois des échanges respiratoires extrêmement faibles, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau, même si le milieu gazeux est représenté par de l'O^2 pur.

On pourrait donc penser que l'hémoglobine joue un rôle particulier vis-à-vis du tissu musculaire, en augmentant les échanges gazeux non seulement comme transporteur de l'O^2, mais aussi comme étant douée de propriétés activantes spéciales.

Mais on pourrait aussi supposer que l'activité respiratoire du foie, du rein, du cerveau, etc., atteint facilement son maximum, et que, par conséquent, l'addition d'hémoglobine ne peut pas faire dépasser ce maximum. Dans les muscles, au contraire, les combustions pourraient présenter une grande latitude dans leur intensité et, par conséquent, elles seraient plus énergiques lorsque le tissu possède à sa disposition une plus grand quantité d'O^2.

Il faudrait faire des recherches plus approfondies pour chercher à expliquer d'une manière plus satisfaisante le rôle pour ainsi dire spécifique de l'hémoglobine sur la respiration élémentaire du muscle.

Digitized by Google

II. – *Influence des différentes parties du sang sur la respiration élémentaire des muscles. Influence de la quantité du sang.*

Dans le chapitre précédent, nous avons vu que le sang exerce une influence très considérable sur les échanges gazeux des muscles, tandis que son action sur les autres tissus est très faible ou nulle. Pour déterminer quelles sont les parties du sang qui ont une influence sur l'activité respiratoire des tissus, on ne peut donc expérimenter que sur le tissu musculaire.

Nous avons d'abord comparé l'action du sang total à celle du sérum seul ou à celle des globules débarrassés du sérum par des lavages à l'eau salée, au moyen de la centrifugation. Dans quelques cas les globules ont été employés intacts, dans d'autres cas ils ont été préalablement dissous dans l'eau distillée. La quantité d'hémoglobine dans l'émulsion globulaire était la même que celle du sang primitif. Enfin, dans quelques expériences, nous avons employé des solutions d'hémoglobine cristallisée de cheval.

Les résultats de ces expériences sont exposés dans le tableau II.

TABLEAU II. —*Influence des différentes parties du sang.*

TISSU	LIQUIDE	MILIEU gazeux	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 éliminé	QUOTIENT respiratoire
			minutes	c. c.	c. c.	
I. Muscle de bœuf.....	Sang de chien.....	O^2	80	275	187,5	0,68
»	Globules lavés.....	»	»	187,5	125	0,67
II. Muscle de bœuf.....	Sang de cheval.....	O^2	60	290	245	0,85
»	Globules lavés.....	»	»	232,5	162,5	0,70
III. Muscle de bœuf.....	Sang de bœuf.....	O^2	60	172,5	125	0,73
»	Globules.....	»	»	192,5	105	0,55
IV. Muscle de bœuf.....	Sang de cheval.....	O^2	60	175	137,5	0,79
»	Globules dissous dans l'eau	»	»	205	137,5	0,67
V. Muscle de bœuf.....	Sang de cheval.....	O^2	60	217,5	162,5	0,75
»	Globules dissous dans l'eau	»	»	207,5	137,5	0,66
VI. Muscle de cheval.....	Sang de cheval.....	Air.	40	86,25	—	—
»	Globules de cheval....	»	»	86,25	—	—
VII. Muscle de cheval.....	Sang de chien.....	O^2	60	282,5	205	0,73
»	Globules lavés.....	»	»	262,5	175	0,67
VIII. Muscle de cheval.....	Sang de bœuf.....	O^2	60	167,5	162,5	0,97
»	Globules lavés.....	»	»	152,5	112,5	0,74
IX. Muscle de cheval.....	Sang de cheval.....	O^2	60	247,5	280	1,12
»	Globules lavés.....	»	»	237,5	212,5	0,90
X. Muscle de chien.....	Sang de chien.....	O^2	60	127,5	87,5	0,69
»	Globules lavés.....	»	»	287,5	175	0,61
XI. Muscle de chien.....	Sang de chien.....	O^2	80	90	75	0,83
»	Globules lavés.....	»	»	165	100	0,61
XII. Muscle de cheval.....	Sang de cheval.....	Air.	60	144	162,5	1,13
»	Hémoglobine de cheval.	»	»	182,5	187,5	1,03
XIII. Muscle de cheval.....	Sang de cheval.....	O^2	60	100	100	1,00
»	Hémoglobine.....	»	»	87,5	85	0,97
XIV. Muscle de cheval.....	Sang de cheval.....	Air.	55	97,5	—	—
»	Sérum.....	»	»	44	—	—
XV. Muscle de chien.....	Eau salée.....	O^2	60	134,5	—	—
»	Sérum.....	»	»	150	—	—

Les chiffres rapportés dans le tableau II donnent lieu aux considérations

Digitized by Google

suivantes. Les résultats ne sont pas toujours constants. Dans quelques cas (Exp. I, II, VIII et IX), les échanges gazeux ont été plus considérables dans le sang total que dans les globules débarrassés de sérum. Mais sauf dans les expériences I et II, les différences ne sont pas bien considérables. Dans d'autres cas (Exp. V, VI et VII), l'activité respiratoire a été à peu près la même dans le sang et dans les globules, et finalement, dans d'autres cas (Exp. III, IV, X et XI), les échanges ont été plus élevés dans les globules.

Nous voyons donc que dans la majorité des cas les échanges gazeux sont aussi intenses ou même plus intenses dans les globules seuls débarrassés de sérum que dans le sang total. Les expériences du tableau III confirment cette conclusion. Nous reviendrons plus loin sur l'action retardatrice que le sérum peut exercer sur l'énergie des combustions dans les muscles.

Les échanges gazeux ont été aussi actifs dans les solutions d'hémoglobine cristallisée de cheval, que dans le sang total (Exp. XII et XIII). Le sérum, au contraire, a agi dans un cas (Exp. XIV) beaucoup moins que le sang total et, dans un autre cas (Exp. XV), il s'est comporté à peu près comme l'eau salée.

Toutes ces expériences prouvent donc que l'augmentation des échanges gazeux produite par le sang dans les muscles est due surtout à la présence de l'hémoglobine. L'intégrité anatomique des globules rouges ne jouerait aucun rôle appréciable. Nous avons déjà parlé au chapitre premier des interprétations qu'on pourrait donner à cette action de l'hémoglobine sur la respiration des muscles.

Nous avons fait, en outre, un certain nombre d'expériences pour étudier l'influence de la proportion du sang sur l'activité des échanges gazeux dans les muscles. Les résultats de ces recherches sont rapportés dans le tableau III. Dans ces expériences aussi, on a ajouté à 40 gr. de muscle broyé 100 c. c. de liquide.

TABLEAU III. — *Influence de la proportion du sang contenue dans le liquide. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation est de 60 minutes. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	EAU SALÉE	SANG	O^2 absorbé	CO^2 éliminé	QUOTIENT respiratoire
			c. c.	c. c.	
I. Muscle de bœuf..	Eau salée ...	—	50	60	1,2
»	4 parties.....	1 partie	85	82,5	0,97
»	3 parties	2 parties	107,5	97,5	0,91
»	2 parties	3 parties	132,5	110	0,83
»	1 partie	4 parties	152,5	127,5	0,84
»	—	Sang de bœuf.	177,5	150	0,84
II. Muscle de bœuf..	Eau salée ...	—	37,5	31,25	0,83
»	3 parties	1 partie	66,25	60	0,91
»	2 parties	2 parties	98,75	80	0,81
»	—	Sang de bœuf.	150	120	0,80
III. Muscle de cheval.	Eau salée ...	—	37,5	32,5	0,87
»	3 parties	1 partie	47,5	42,5	0,89
»	2 parties	2 parties	65	55	0,85
»	—	Sang de chien	92,5	67,5	0,73

Les expériences du tableau III démontrent très nettement que, à mesure qu'on élève la proportion du sang, l'activité respiratoire du muscle augmente.

Digitized by Google

Le maximum des échanges gazeux a lieu dans le sang pur, non dilué d'eau.

On pourrait se demander si, la quantité du muscle broyé restant constante, une augmentation ou une diminution dans la quantité du sang aurait eu une influence sur l'activité respiratoire des muscles. Les expériences faites dans le but de résoudre cette question sont exposées dans le tableau IV.

TABLEAU IV. — *Influence de la quantité de sang. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation est de 60 minutes. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de muscle.*

TISSU	QUALITÉ du sang	QUANTITE de sang	O absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
		c. c.	c. c.	c. c.	
I. Muscle de chien.	Sang de chien..	100	92,5	67,5	0,73
»	»	200	87,5	57,5	0,66
II. Muscle de bœuf..	Sang de bœuf..	100	150	120	0,80
»	»	200	133,75	100	0,75
III. Muscle de cheval.	Sang de bœuf..	50	185	165	0,89
»	»	100	150	137	0,92
»	»	150	150	125	0,83
»	»	200	167	110	0,66
IV. Muscle de bœuf..	Sang de cheval.	50	147	150	1,02
»	»	100	192	162	0,84
»	»	200	215	155	0,72
V. Muscle de cheval.	Sang de bœuf..	50	115	125	1,09
»	»	100	100	112	1,12
VI. Muscle de cheval.	Sang de bœuf..	100	165	155	0,94
»	»	200	125	112	0,90

En examinant les chiffres rapportés dans le tableau IV, on peut observer que les résultats obtenus, en changeant la quantité de sang, ne sont pas constants. Dans quelques cas l'activité respiratoire du muscle a été plus élevée lorsqu'on a employé 100 c. c. de sang que lorsqu'on en a pris 200 c. c. (Exp. I, II et VI); dans d'autres cas on a obtenu un résultat opposé (Exp. III et IV). Et de même dans une expérience (Exp. IV) 100 c. c. de sang ont été plus favorables que 50 cm³ à l'activité respiratoire du muscle; dans une expérience (Exp. III) on a observé l'effet contraire.

La variété dans les résultats peut être expliquée surtout par l'action inhibitrice que le sérum exerce sur les combustions musculaires. Nous avons dit que cette action inhibitrice varie d'un sérum à un autre. Or, on comprend facilement que, si le sérum d'un sang donné possède une action inhibitrice élevée, les combustions d'un muscle pourront être plus considérables dans 100 c. c. que dans 200 c. c. de ce sang. Quoi qu'il en soit, les différences constatées ne sont pas bien grandes. Et on peut dire, d'une manière générale, que c'est bien en employant 100 c. c. de sang pour 40 gr. de muscle qu'on a ordinairement l'activité respiratoire maxima.

Quant au quotient respiratoire il est d'autant plus bas que l'on emploie une plus grande quantité de sang. Ce résultat doit être attribué au fait qu'une plus grande quantité de liquide peut tenir en solution une plus grande quantité de CO^2.

Digitized by Google

III. — *Action du sang de différentes espèces animales sur la respiration des muscles.*

Les recherches comparatives dont nous allons exposer les résultats ont été faites dans le but d'étudier si la respiration d'un muscle donné est influencée de la même manière par tous les sangs, quelle que soit l'espèce animale qui les a fournis.

Comme d'habitude les muscles ont été pris immédiatement après la mort, et les sangs, fournis par saignée, étaient de même très frais. Les résultats sont exposés dans le tableau V.

TABLEAU V. — *Action du sang de différentes espèces animales. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation est de 60'. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 éliminé	QUOTIENT respiratoire
		c. c.	c. c.	
I. Muscle de bœuf...	Sang de bœuf.....	150	120	0,8
»	Sang de chien.....	255	175	0,69
II. Muscle de bœuf...	Sang de bœuf.....	265	175	0,66
»	Sang de chien.....	275	187,5	0,68
III. Muscle de bœuf...	Sang de bœuf.....	172	125	0,73
»	Sang de cheval.....	290	245	0,85
IV. Muscle de cheval..	Sang de bœuf.....	212,5	162,5	0,77
»	Sang de chien.....	282,5	205	0,73
V. Muscle de cheval..	Sang de bœuf.....	125	97,5	0,78
»	Sang de chien.....	145	95	0,65
VI. Muscle de cheval..	Sang de bœuf.....	167,5	162,5	0.97
»	Sang de cheval	247,5	280	1,13
VII. Muscle de chien...	Sang de chien.....	100	75	0,75
»	Sang de bœuf.....	137,5	125	0,91
VIII. Muscle de mouton.	Sang de mouton	112,5	95	0,84
»	Sang de chien	195	120	0,62
IX. Muscle de lapin...	Sang de lapin.....	60	93,3	1,56
»	Sang de bœuf.....	80	133,3	1,67

Les expériences rapportées dans le tableau V démontrent d'abord ce fait assez curieux, que les échanges gazeux d'un muscle sont généralement plus élevés si le sang provient d'une espèce animale différente de celle qui a fourni le muscle (sang hétérogène). Ainsi, l'activité respiratoire du muscle de bœuf est plus élevée lorsqu'il est plongé dans le sang de chien ou de cheval que dans celui de bœuf. Ces différences sont quelquefois très élevées (Exp. I, III et VIII). Seule l'expérience VI fait exception.

Les sangs hétérogènes agissant sur le même muscle ne semblent pas activer la respiration avec la même énergie (Exp. IV et V), mais nous n'avons que deux expériences sur ce point spécial.

Après avoir constaté que généralement le sang homogène active moins la respiration du muscle qu'un sang hétérogène, nous avons recherché si cette différence devait être attribuée à la nature des globules ou bien à la nature du sérum. Pour éclaircir cette question nous avons fait des expériences com-

Digitized by Google

paratives. Le même muscle était mis en contact, d'un côté, avec le sang, et d'un autre côté avec les globules lavés à l'eau salée au moyen de la centrifugation. Les globules lavés étaient ramenés au même volume que le sang primitif par addition d'eau salée (8 pour 1000 de ClNa.)

Les résultats sont rapportés dans le tableau VI.

TABLEAU VI. — *Influence du sérum homogène. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation est de 60 minutes. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 éliminé	QUOTIENT respiratoire
		c. c.	c. c.	
I. Muscle de chien...	Sang de chien.....	127,5	87,5	0,69
»	Globules lavés	287,5	175	0,61
II. Muscle de chien...	Sang de chien.....	90	75	0,83
»	Globules lavés	165	100	0,61
III. Muscle de chien...	Sang de chien.....	300	212,5	0,71
»	Globules lavés	285	205	0,72
IV. Muscle de mouton.	Sang de mouton.....	142,5	137,5	0,96
»	Globules lavés	230	167,5	0,73
V. Muscle de mouton.	Sang de mouton	155	125	0,81
»	Globules lavés	217,5	150	0,69
VI. Muscle de mouton.	Sang de mouton	192,5	150	0,78
»	Globules lavés	227,5	162,5	0,71
VII. Muscle de mouton.	Sang de mouton	170	150	0,88
»	Globules lavés	182,75	137,5	0,75
VIII. Muscle de mouton.	Sang de mouton	132,5	112,5	0,85
»	Globules lavés	102,5	75	0,73
IX. Muscle de mouton.	Sang de mouton	100	92,5	0,92
»	Globules lavés	170	112,5	0,66
X. Muscle de mouton.	Sang de mouton	95	100	1,05
»	Globules lavés	97,5	75	0,77
XI. Muscle de mouton.	Sang de mouton	112,5	95	0,84
»	Globules lavés	108,75	75	0,69

Les expériences du tableau VI démontrent très nettement que le sérum homogène, c'est-à-dire fourni par le même animal auquel appartient le muscle, diminue souvent les échanges respiratoires de ce tissu chez le chien et le mouton. Nous n'avons fait des expériences comparatives que chez ces deux espèces animales, mais les résultats exposés dans le tableau X semblent indiquer que le phénomène s'applique au bœuf. La diminution des échanges est quelquefois très considérable; dans d'autres cas au contraire, le sérum se comporte comme l'eau salée. Dans une seule expérience (Exp. VIII) l'activité respiratoire a été nettement plus élevée dans le sang total qu'en présence des globules lavés.

Les différences sont mieux marquées pour l'absorption d'O^2 que pour le dégagement de CO^2, parce qu'en employant le sang total, le sérum fournit une certaine quantité de CO^2 qui fait défaut lorsqu'on prend seulement les globules.

Pour le moment nous ne pouvons que constater cette influence inhibitrice du sérum homogène sur les échanges respiratoires des muscles. Nous ne savons pas à quoi attribuer cette inhibition, et nous ne pouvons pas davantage indiquer pourquoi le phénomène est inconstant.

Digitized by Google

IV. — *Influence de la concentration saline*

Nous n'exposons dans ce chapitre que les recherches comparatives, faites dans le but d'étudier l'influence de la concentration saline sur les échanges respiratoires des tissus. Ces expériences ont été faites en plongeant le tissu broyé soit dans l'eau distillée, soit dans l'eau salée, soit dans le sang, soit dans les globules sanguins lavés. On a quelquefois ajouté à ces liquides des quantités variables de ClNa ou de sulfate d'ammonium. Ces résultats sont rapportés dans le tableau VII.

Nous avons fait, en outre, un nombre assez grand d'expériences isolées, dans lesquelles nous avons employé l'eau distillée au lieu de nous servir de la solution physiologique de ClNa. Ces expériences que, pour abréger, nous ne reproduisons pas ici, viendraient confirmer les conclusions qui peuvent être tirées du tableau VII.

TABLEAU VII. — *Influence de la concentration saline. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation est d'une heure. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 éliminé	QUOTIENT respiratoire
		c. c.	c. c.	
I. Muscle de cheval..	Eau distillée.....	108,75	—	—
»	Eau salée.....	107,5	—	—
II. Muscle de cheval..	Eau distillée.....	64	62	0,97
»	Eau salée.....	67	61	0,91
III. Muscle de lapin...	Eau distillée.....	50	—	—
»	Eau salée.....	60	—	—
IV. Muscle de chien, 7 h. après la mort.	Eau distillée.....	50	—	—
»	Eau et NaCl 100 °/oo....	29	—	—
V. Muscle de bœuf...	Sang de cheval.....	175	137,5	0,79
»	Globules et eau distillée.	205	137,5	0,67
»	Globules et NaCl 3 °/oo .	187,5	120	0,64
»	Globules et NaCl 8 °/oo .	194	133	0,69
»	Globules et NaCl 18 °/oo.	155	115	0,74
VI. Muscle de cheval..	Sang de cheval	217,5	162,5	0,75
»	Globules et eau distillée.	207,5	137,5	0,66
»	Globules et NaCl 7 °/oo..	177,5	120	0,67
»	Globules et NaCl 10 °/oo.	142,5	107,5	0,75
VII. Muscle de bœuf...	Sang de cheval.....	237,5	210	0,88
»	Sang et NaCl 7 °/oo.....	172,5	155	0,90
»	Sang et NaCl 15 °/oo....	102,5	107,5	1,05
»	Sang et NaCl 22,5 °/oo...	82,5	87,5	1,06
VIII. Muscle de bœuf...	Sang de bœuf.....	215	175	0,81
»	Sang et NaCl 30 °/oo....	47,5	80	1,68
»	Sang et NaCl 150 °/oo...	12,5	62,5	5,00
IX. Muscle de bœuf...	Sang de cheval	250	212,5	0,85
»	Sang et NaCl 15 °/oo....	155	137,5	0,89
»	Globules hémolysés et NaCl 22 °/oo.....	161,25	125	0,77
»	Clobules et NaCl 22 °/oo.	130	112,5	0,86
X. Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	198,75	182,5	0,92
»	Sang et NaCl 75 °/oo....	45	95	2,11
»	Sang et NaCl 22,5 °/oo...	25	62,5	2,5
XI. Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	100	100	1,00
»	Sang et NaCl 15 °/oo....	80	87,5	1,09
»	Sang et NaCl 30 °/oo....	65	80	1,23

Digitized by Google

TISSU	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 éliminé	QUOTIENT respiratoire
		c. c.	c. c.	
XI. Muscle de cheval..	Sang et NaCl 75 °/₀₀....	47,5	70	1,47
XII. Muscle de cheval..	Sang de cheval	170	137,5	0,81
»	Sang et $(NH_4)^2SO_4$ 22 °/₀₀.	30	75	2,5
XIII. Muscle de cheval..	Sang de cheval.....	198,75	182,5	0,92
»	Sang et $(NH_4)^2SO_4$ 15 °/₀₀.	95	125	1,32
»	Sang et $(NH_4)^2SO_4$ 75 °/₀₀.	55	100	1,82
»	Sang et $(NH_4)^2SO_4$ 150 °/₀₀	47,5	95	2,00
XIV. Foie de bœuf.....	Sang de bœuf.....	55	75	1,36
»	Sang et NaCl 30 °/₀₀....	35	62,5	1,79
XV. Foie de mouton ..	Sang de mouton	45	50	1,11
»	Sang et NaCl 30 °/₀₀ .. .	35	40	1,14
»	Sang et NaCl 150 °/₀₀ ..	32,5	37,5	1,15
XVI. Cœur de mouton..	Sang de cheval	60	100	1,67
»	Sang et NaCl 15 °/₀₀....	32,5	72,5	2,23

Les expériences du tableau VII démontrent d'abord que les combustions se font aussi bien dans une solution isotonique de ClNa que dans un liquide hypotonique tel qu'on l'obtient en ajoutant 100 cc. d'eau distillée à 40 gr. de tissu broyé (Exp. I, II et III). Et de même les échanges gazeux sont aussi actifs lorsque le muscle est plongé dans une solution aqueuse de globules rouges, que lorsque ces mêmes globules constituent une émulsion dans une solution isotonique de ClNa (Exp. V). Dans quelques expériences du tableau I on a obtenu le même résultat en ce qui concerne le foie. Les échanges gazeux du foie ont présenté à peu près la même intensité dans le sang et dans l'eau distillée.

Il en résulte cette conséquence assez importante que les altérations anatomiques produites par l'eau distillée sur le tissu musculaire, n'ont pas d'action sur l'intensité des combustions.

Les expériences du tableau XII démontrent, en outre, que les solutions hypertoniques des sels neutres, tels que le ClNa ou le sulfate d'ammonium, diminuent les échanges gazeux des tissus. Cette diminution est déjà bien appréciable lorsque le ClNa atteint une concentration de 1 pour °/₀ (Exp. VI). A mesure que la concentration saline devient plus élevée, l'activité respiratoire s'abaisse, et lorsque le ClNa atteint une concentration de 15 (Exp. VIII) ou de 22 (Exp. X) pour °/₀, l'absorption d'oxygène devient très faible.

V. — *Influence de la réaction du milieu.*

Nous avons fait d'abord un certain nombre d'expériences isolées en ajoutant des acides ou des alcalis au liquide dans lequel plongeait le tissu. Nous avons constaté que les échanges gazeux des tissus sont encore assez élevés aussi bien en milieu acide qu'en milieu alcalin. Pour abréger, nous ne rapportons pas ces expériences isolées, leurs résultats viendraient confirmer ceux que nous allons exposer dans le tableau VIII, où nous rapportons seulement quelques expériences comparatives.

Digitized by Google

TABLEAU VIII. — *Influence de la réaction du milieu. La durée de l'agitation est de 60 minutes. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

	TISSU	LIQUIDE	ALCALI OU ACIDE	MILIEU gazeux	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
					c. c.	c. c.	
I.	Muscle de cheval..	Sang de cheval..	—	O^2	170	137,5	0,81
	»	»	$C^2H^4O^2$ 2 °/₀₀...	»	150	150	1,00
	»	»	$C^2H^4O^2$ 10 °/₀₀..	»	42,5	107,5	2,53
	»	»	HCl 2 °/₀₀	»	160	175	1,09
	»	»	HCl 10 °/₀₀	»	25	25	1,00
	»	»	NaOH 2 °/₀₀ ...	»	137,5	62,5	0,46
II.	Muscle de cheval..	Eau	NaOH 1 °/₀₀ ...	O^2	76	43,5	0,57
	»	»	$C^2H^4O^2$ 1 °/₀₀ ..	»	57,5	60	1,04
III.	Muscle de lapin...	Sang de mouton.	—	Air.	67	104	1,55
	»	»	NaOH 1 °/₀₀ ...	»	60	33,5	0,56
IV.	Muscle de lapin...	Eau salée.....	—	Air.	17	26	1,53
	»	»	NaOH 1 °/₀₀ ...	»	40	26	0,65
V.	Foie de cheval....	Eau	—	Air.	66	52	0,79
	»	»	KOH 1 °/₀₀	»	72	35	2,06
	»	»	HCl 2 °/₀₀	»	26	37,2	1,43
	»	»	$C^2H^4O^2$ 3 °/₀₀ ..	»	35	40,5	1,16
VI.	Foie de mouton...	Eau	—	Air.	76	54	0,71
	»	»	$C^2H^4O^2$ 1 °/₀₀ ..	»	60	56	0,93
VII.	Foie de mouton...	Sang	—	Air.	55	46	0,84
	»	»	KOH 3 °/₀₀	»	36	0	—

Ces expériences démontrent que, lorsque le tissu plonge dans le sang, on ne constate pas une influence bien marquée sur les échanges gazeux, si l'on ajoute une faible proportion d'acide ou d'alcali. Les substances propres du sang neutralisent ce léger excès d'alcali ou d'acide. Si la quantité d'acide ou d'alcali devient trop forte, l'activité respiratoire diminue considérablement. Lorsque le liquide est constitué par de l'eau, une faible proportion d'alcali (1 pour 1000 de NaOH) favorise légèrement ou bien n'a pas d'action nette sur l'intensité des échanges respiratoires. Une faible proportion d'acide diminue au contraire sensiblement l'activité respiratoire. On peut donc dire que, comme il fallait s'y attendre, une faible alcalinité est plus favorable aux combustions des tissus qu'une acidité, même faible.

Quant au quotient respiratoire, il diminue naturellement lorsqu'on ajoute de la soude qui absorbe une certaine quantité de CO^2, et il augmente lorsqu'on ajoute un acide qui met en liberté le CO^2.

VI. — *Rapport entre la durée de l'expérience et l'intensité des échanges gazeux.*

Dans les recherches exposées jusqu'ici, les ballons contenant les émulsions de tissus ont été agités presque toujours pendant une heure. Dans les expériences, dont nous allons parler, la durée de l'agitation a été variable. Ces expériences ont été comparatives. L'émulsion d'un tissu donné a été partagée entre plusieurs ballons, qui ont été soumis à l'agitation pendant des laps de temps différents. Les autres conditions étaient identiques.

Les résultats de ces expériences sont rapportés dans le tableau IX.

Digitized by Google

TABLEAU IX. — *Rapport entre la durée de l'agitation et l'intensité des échanges gazeux. — L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu.*

TISSU	LIQUIDE	MILIEU gazeux	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé	QUOTIENT respiratoire
			minutes	c. c.	c. c.	
I. Muscle de cheval.....	Sang de cheval.....	O^2	10	92,5	125	1,35
»	»	»	30	197,5	180	0,91
»	»	»	60	267,5	230	0.85
»	»	»	90	373,75	306,6	0,82
II. Muscle de cheval.....	Eau salée.....	O^2	10	32,5	50	1,53
»	»	»	30	80	80	1,00
»	»	»	60	115	95	0,82
»	»	»	90	147,5	117,5	0,79
III. Muscle de bœuf.....	Sang de bœuf.....	O^2	30	200	142,5	0,71
»	»	»	120	302,5	190	0,62
IV. Muscle de bœuf.....	Eau salée.....	O^2	30	41	40	0,97
»	»	»	120	51,25	45	0,87
V. Muscle de lapin.....	Sang de mouton.....	O^2	30	36	84,5	2,34
»	»	»	60	40	97	2,42
»	»	»	90	40	95	2,37
VI. Muscle de lapin.....	Eau salée.....	O^2	30	30	37,5	1,25
»	»	»	60	36	41,5	1,15
»	»	»	90	38,6	43	1,11
VII. Muscle de chien (rigide)	Eau (NaOH).....	O^2	30	44,4	—	—
»	»	»	60	49	—	—
»	»	»	90	69,2	—	—
»	»	»	120	70,8	—	—
VIII. Foie de cheval	Eau.....	Air.	1	13	12	0,92
»	»	»	5	30	27	0,9
»	»	»	15	45,6	38,6	0,84
»	»	»	40	56	40	0,71
»	»	»	65	58	41	0,70
IX. Foie de mouton.....	Eau.....	Air.	5	22	18	0,81
»	»	»	15	33	26	0,78
»	»	»	40	53,6	41,4	0,77
»	»	»	75	72	44	0,61

Les expériences du tableau IX sont trop peu nombreuses pour que nous puissions tirer des lois générales sur la marche des oxydations dans les tissus isolés du corps. Ces expériences mériteraient d'être multipliées et variées.

Nous pouvons toutefois constater déjà que l'activité respiratoire est toujours plus considérable dans les premières minutes de l'agitation que dans la suite. Dans quelques cas, les oxydations paraissent s'arrêter complètement après un certain temps (Exp. IV, V, VI, VII et VIII); dans d'autres cas, au contraire, elles continuent pendant longtemps avec une assez grande intensité (Exp. I et II). De nouvelles expériences devraient établir les conditions dans lesquelles l'activité respiratoire des tissus persiste ou bien cesse bientôt. Le petit nombre de recherches que nous avons faites ne nous permettent pas non plus d'émettre des hypothèses sur l'arrêt des combustions dans certains tissus séparés du corps. Est-ce qu'il s'agit d'une cessation des processus d'oxydation, ou bien, au contraire, se produit-il un arrêt des processus de dédoublement qui doivent peut-être précéder les réactions de combustion. Pour le moment, nous n'en savons rien. Et, du reste, tout ce qu'on a dit à ce propos est purement hypothétique.

Digitized by Google

Les résultats du tableau IX démontrent, en outre, que le quotient respiratoire devient de plus en plus petit à mesure qu'on prolonge l'expérience. Il semblerait donc que les émulsions de tissus gardent plus longtemps la faculté d'absorber l'O^2 que celle de produire le CO^2. En d'autres termes, il arriverait un moment où il ne se produit plus que des oxydations incomplètes, c'est-à-dire des oxydations qui ne parviennent plus jusqu'au stade ultime de la formation de CO^2. Mais il faut aussi réfléchir qu'au commencement de l'expérience le quotient respiratoire est plus élevé parce que le CO^2 préexistant dans les tissus vient s'ajouter à celui qui est formé au moment même. En outre, à mesure que le ballon contient davantage de CO^2, une plus grande proportion de ce gaz reste en solution dans l'émulsion. Par conséquent, il faudrait faire des expériences plus précises pour être certain que l'absorption d'O^2 persiste plus longtemps que la formation de CO^2.

VII. — *Activité respiratoire des tissus soumis à l'action d'une température élevée.*

Dans ces expériences, nous avons étudié les échanges gazeux des tissus portés préalablement à la température de 90° environ. Après avoir broyé le muscle ou le foie, comme d'habitude, on ajoutait à 40 gr. de la bouillie de tissu, 20 c. c. d'eau, et on introduisait le tout dans un flacon qu'on gardait pendant 10 minutes dans des vapeurs d'eau bouillante. Dans quelques cas, le flacon contenant la bouillie était plongé pendant 10 minutes dans un bain d'eau chauffé à 75° ou à 80°. Les tissus prennent l'aspect de grumeaux. On les broie rapidement dans un mortier et on verse la bouillie dans un ballon contenant 100 c. c. de sang ou d'eau. Le ballon était ensuite soumis à l'agitation, comme dans les autres expériences.

Nous avons constaté que le muscle et le foie soumis pendant 10 minutes à une température allant de 75° à 90°, perdent en grande partie la propriété d'absorber de l'O^2, aussi bien dans l'eau que dans le sang. Dans quelques cas, l'absorption d'O^2 par le muscle chauffé devient presque nulle. Le foie, au contraire, conserve toujours en partie son activité respiratoire.

Ces expériences viennent confirmer les résultats exposés dans le tableau VI du premier mémoire, où nous avons vu que déjà à une température de 50°, les muscles présentent des échanges gazeux moins élevés qu'à 40°.

Quant au CO^2 qui se dégage, on peut admettre qu'il existait déjà en grande partie dans les tissus au moment de la mort.

VIII. — *Conclusions.*

1° Les tissus animaux broyés finement et plongés dans un liquide de manière à former une émulsion, présentent une activité respiratoire assez élevée lorsqu'on les soumet à une agitation énergique en présence d'oxygène. Au moyen de cette méthode on peut avoir des échanges gazeux beaucoup plus considérables que ceux obtenus par les autres auteurs.

Digitized by Google

2° Dans ces conditions expérimentales, l'intensité des échanges gazeux varie beaucoup d'un tissu à un autre et, pour le même tissu, elle varie aussi d'une espèce animale à l'autre. En outre, le même tissu peut présenter encore des différences entre les individus d'une même espèce.

3° En prenant les moyennes des résultats on peut classer les différents tissus dans l'ordre décroissant suivant, quant à leur activité respiratoire : foie des oiseaux (pigeon et poulet); muscles rouges (pigeon, bœuf, cheval, chien, poulet, chat, mouton); muscles pâles (poulet, cobaye, lapin); foie des mammifères; rein; poumon; cerveau; rate.

4° Les muscles pâles et le muscle cardiaque présentent un quotient respiratoire supérieur à l'unité, contrairement aux muscles rouges ordinaires, qui offrent un quotient respiratoire inférieur à l'unité lorsqu'ils sont frais.

5° Les différences entre les muscles pâles et les muscles rouges sont dues probablement à une perte plus rapide de la vitalité dans les premiers.

6° L'activité respiratoire des muscles diminue considérablement quelques heures après la mort. Le foie, au contraire, garde longtemps presque intacte la valeur de ses échanges gazeux.

7° Les échanges gazeux des tissus sont plus élevés dans une atmosphère d'oxygène pur que dans l'air. L'action favorable de l'oxygène pur est plus grande pour les muscles que pour le foie.

8° Les muscles ou le foie dégagent beaucoup moins de CO^2 dans une atmosphère de gaz inerte (H ou Az) qu'en présence d'oxygène.

9° En présence du sang, l'intensité des échanges gazeux des muscles offre une augmentation énorme, tandis que l'activité respiratoire des autres tissus est peu influencée ou ne l'est pas du tout.

10° L'influence favorable que le sang exerce sur l'activité respiratoire des muscles est due à l'hémoglobine. Une émulsion de globules rouges lavés ou bien une solution d'hémoglobine, agissent généralement avec la même intensité que le sang total. L'intégrité anatomique des globules rouges ne jouerait donc aucun rôle appréciable.

11° Dans un mélange d'eau et de sang l'activité respiratoire du muscle augmente à mesure qu'on élève la proportion du sang. Le maximum des échanges gazeux musculaires a lieu dans le sang pur.

12° En maintenant constante la quantité de muscle broyé, et en variant la quantité de sang, on n'a pas de résultats constants. Toutefois, on obtient ordinairement l'activité respiratoire maximum en employant 250 c.c. de sang pour 100 gr. de muscle.

13° Généralement le sang homogène (appartenant à la même espèce) active moins la respiration du muscle qu'un sang hétérogène. Cette différence est due à la nature du sérum et non à la nature des globules. Le sérum homogène possède sur les échanges gazeux du muscle une action inhibitrice qui, dans quelques cas, est très prononcée, tandis que dans d'autres cas elle est presque nulle.

14° L'activité respiratoire des tissus est aussi élevée dans une solution isotonique de ClNa que dans un liquide fortement hypotonique. Par conséquent, les altérations produites par l'eau distillée sur les tissus n'ont pas d'action sur l'intensité des combustions.

Digitized by Google

Les solutions hypertoniques des sels neutres diminuent les échanges gazeux des tissus. A mesure que la concentration saline devient plus élevée, l'activité respiratoire s'abaisse.

15° Une faible alcalinité est plus favorable aux combustions des tissus qu'une faible acidité. L'activité respiratoire diminue considérablement si la quantité d'acide ou d'alcali devient trop forte.

16° La température optima, pour l'activité respiratoire des muscles, est d'environ 40°. A 11° les combustions organiques se font encore avec une certaine intensité.

17° Les échanges gazeux sont toujours plus considérables dans les premières minutes de l'agitation que dans la suite. Dans quelques cas les oxydations paraissent s'arrêter après un certain temps; dans d'autres cas, au contraire, elles continuent pendant longtemps avec une assez grande intensité.

18° Les tissus soumis préalablement à une température élevée perdent en grande partie la propriété d'absorber l'oxygène.

(Extrait du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, janvier 1907, n° 1.)

Digitized by Google

[612.26] [Q 6250]

ACTION DES SELS ET DU GLUCOSE SUR L'ACTIVITÉ RESPIRATOIRE DES TISSUS ANIMAUX ISOLÉS,

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern.

(*Laboratoire de Physiologie. Université de Genève.*)

I. — Introduction.

Dans des travaux précédents (1) nous avons étudié les échanges gazeux des tissus animaux isolés du corps, broyés, plongés dans des liquides de constitution différente, de manière à former des émulsions, et finalement soumis à une agitation énergique à une température de 38° environ. Le but de ces premières recherches a été surtout d'établir les conditions les plus favorables pour obtenir des échanges gazeux aussi actifs que possible. Nous avons d'abord classé les tissus des différents animaux au point de vue de leur activité respiratoire. Nous avons ensuite étudié l'influence des facteurs suivants: composition du milieu gazeux, réaction du liquide, concentration saline, température, temps écoulé après la mort, action du sang, présence de l'hémoglobine et du sérum sanguin, etc.

A notre connaissance, les échanges gazeux des tissus n'avaient pas été étudiés par d'autres expérimentateurs au moyen de cette méthode. Or nous croyons qu'elle peut être employée avec profit pour résoudre plusieurs problèmes relatifs à la respiration intime des tissus. Dans un grand nombre de cas, la méthode de l'agitation peut remplacer avec avantage les expériences de circulation artificielle.

Les recherches qui font le sujet du présent mémoire ont été faites dans le but d'étudier l'influence de plusieurs substances sur la respiration élémentaire des tissus. Le choix de ces substances a été déterminé par des considérations d'ordre différent, qui seront exposées dans les chapitres correspondants.

(1) Battelli et Stern. Recherches sur la respiration élémentaire des tissus, 1er mémoire, *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1907, 1-16.

Id. Recherches sur l'activité respiratoire des tissus, 2e mémoire. *Ibidem*, 1907, 34.

Un résumé de la méthode ainsi que quelques résultats avaient été présentés à la Société de Biologie dans une note. Battelli et Stern : Les échanges respiratoires dans les émulsions des tissus animaux. *C. R. Soc. Biol.*, 1906, LX, 679.

Digitized by Google

Les recherches qui pourraient être rapprochées de celles que nous allons exposer sont très peu nombreuses. On peut citer celles de FLETCHER (1), de LUSSANA (2) et de VERNON (3).

FLETCHER a étudié l'influence de l'acide lactique et des vapeurs de chloroforme, d'éther, de sulfure de carbone, d'alcool sur le dégagement de CO^2 par les muscles de grenouille isolés du corps. L'acide lactique augmente naturellement le dégagement de CO^2 en rendant acide la surface du muscle.

LUSSANA ajoute du glycogène en poudre à des tranches de foie prises chez des lapins à jeun. Le glycogène n'a produit aucune influence appréciable. En outre, LUSSANA constate que les tranches de foie plongées dans une solution de NaFl à 3 pour 100 perdent en grande partie leur activité respiratoire.

VERNON a examiné les échanges gazeux du rein de lapin ou de chat à l'aide de la circulation artificielle avec le liquide de RINGER. Il a étudié l'action de l'acide cyanhydrique, du NaCl, de l'acide arsénieux, de l'AzH^3, de l'acide lactique et de l'hydrate de Na.

Nous ne parlons pas des recherches faites sur le vivant pour constater si les substances ingérées modifient l'intensité des échanges respiratoires. Les travaux sont trop nombreux et trop éloignés de nos expériences pour que nous puissions nous en occuper ici. Nous passerons aussi sous silence les recherches faite soit *in vitro*, soit au moyen de la circulation artificielle, non pour étudier l'intensité des phénomènes de combustion, mais seulement pour rechercher si telle ou telle substance est oxydée dans ces conditions.

Dans la majorité de nos expériences, nous avons étudié l'action de différentes substances sur les échanges gazeux des muscles rouges, parce que ce sont les tissus qui possèdent l'activité respiratoire la plus élevée. Nous avons surtout employé les muscles de cheval et de pigeon, parce que nous les avions plus facilement à notre disposition. Les muscles broyés ont été plongés le plus souvent dans le sang, soit pour nous rapprocher des conditions qui existent dans l'organisme vivant, soit pour obtenir des échanges gazeux élevés. Dans nos précédentes recherches nous avions constaté que les muscles offrent une activité respiratoire beaucoup plus grande lorsqu'on les met en

(1) FLETCHER. The survival respiration of muscle. *Journ. of Physiol.*, 1898, XXIII, 10.

(2) LUSSANA. Sugli scambi respiratori del fegato e sul loro valore in rapporto all' amilolisi epatica. *Archivio di Fisiologia*, 1905, II, 445.

(3) VERNON. The conditions of tissue respiration. *Journ. of Physiol.*, 1906, XXXV, 53.

Digitized by Google

contact avec le sang, que lorsqu'on les plonge dans l'eau. Toutefois au cours de ce travail nous avons trouvé que la présence de phosphate bibasique de Na, ou de bicarbonate de Na augmente aussi considérablement les échanges gazeux des muscles, de manière que dans plusieurs expériences, nous avons fait agir différentes substances sur les muscles, en présence d'eau additionnée de phosphate ou de bicarbonate.

Parmi les substances que nous avons examinées, quelques-unes ont manifesté une influence faible ou nulle sur les échanges gazeux des muscles; d'autres, au contraire, se sont montrées particulièrement actives. Nous avons étudié l'influence de ces dernières sur les échanges gazeux du foie, pour rechercher s'il existe des différences entre les processus d'oxydation qui s'accomplissent dans le foie et ceux qui se produisent dans les muscles.

Pour les détails de la méthode concernant l'appareil agitateur employé, l'analyse des gaz, le broyage des tissus, etc., nous renvoyons à notre travail précédent. Nous rappelons que dans la grande majorité de nos expériences nous avons employé 250 cm^3 de liquide (eau ou sang) pour 100 gr. de tissu. Nous disposions de deux appareils agitateurs marchant simultanément. Dans chaque appareil on pouvait placer quatre ballons remplis de l'émulsion de tissu, de manière que nous pouvions faire en même temps huit expériences dans des conditions absolument semblables.

Avant de passer aux expériences sur l'action des substances, nous rapportons quelques recherches préliminaires.

II. — Influence exercée sur les échanges gazeux des muscles par l'addition d'eau au sang.

Les différentes substances que nous avons étudiées étaient dissoutes dans l'eau avant d'être mises en contact avec les tissus. Lorsque le muscle devait être plongé dans le sang, celui-ci était ainsi dilué par les solutions qu'on lui ajoutait. Il fallait donc d'abord se rendre compte des variations qu'on peut constater dans l'activité respiratoire des muscles lorsqu'on ajoute au sang soit de l'eau soit des solutions de NaCl à concentrations différentes. Nous avons fait dans ce but un certain nombre d'expériences préliminaires.

Nous rapportons dans le tableau I les résultats de quatre expériences types. Comme dans toutes les autres expériences qui seront exposées dans ce travail, la température du thermostat, où plongeaient les ballons, était maintenue à 38° pendant toute la durée de l'agitation.

Digitized by Google

TABLEAU I.

Influence de l'addition d'eau distillée ou de solutions de ClNa au sang. L'agitation des ballons est faite en présence d'O^2 pur à 38° ; sa durée a été de 60 minutes dans toutes les expériences.

Quantité de tissu	Quantité de sang	Concentration saline de l'eau	Quantité d'eau	O^2 absorbé par 100 gr. de tissu	CO^2 dégagé par 100 gr. de tissu
I. Muscle de cheval 50 gr.	Sang de bœuf 100 cm³	—	—	276	229
»	»	eau distillée	50 cm³	232	187
»	»	ClNa à 4 °/₀₀	»	226	194
»	»	ClNa à 8 °/₀₀	»	237	203
»	»	ClNa à 12 °/₀₀	»	203	179
II. Muscle de bœuf 40 gr.	Sang de bœuf 100 cm³	—	—	188	152
»	»	eau distillée	40 cm³	163	121
»	»	ClNa à 5 °/₀₀	»	158	124
»	»	ClNa à 9 °/₀₀	»	154	126
»	»	ClNa à 14 °/₀₀	»	136	112
III. Muscle de pigeon 17 gr.	Sang de bœuf 30 cm³	—	—	194	190
»	»	eau distillée	15 cm³	165	153
»	»	ClNa à 4 °/₀₀	»	150	156
»	»	ClNa à 8 °/₀₀	»	147	141
»	»	ClNa à 12 °/₀₀	»	138	150
IV. Muscle de pigeon 16 gr.	Sang de cheval 30 cm³	—	—	358	336
»	»	eau distillée	15 cm³	301	281
»	»	ClNa à 5 °/₀₀	»	314	283
»	»	ClNa à 8 °/₀₀	»	318	294
»	»	ClNa à 12 °/₀₀	»	254	256

Les expériences du tableau I démontrent d'abord que l'activité respiratoire du muscle est plus élevée dans le sang pur que dans le sang additionné soit d'eau distillée, soit d'une solution de ClNa à 4 ou 8 pour 1000. On obtient à peu près le même résultat en ajoutant de l'eau ou des solutions de ClNa à 4 ou 8 pour 1000. La diminution dans les échanges, par l'addition d'eau au sang, n'est pas très élevée. L'activité respiratoire devient plus faible de $^1/_5$ ou de $^1/_{10}$ environ.

Mais les échanges gazeux commencent déjà à diminuer sensiblement si la concentration du ClNa dans l'eau ajoutée au sang atteint 12 ou 14 pour 1000. Ces nouvelles expériences viennent confirmer les résultats que nous avions

Digitized by Google

obtenus sur ce point dans notre premier travail. Nous avions démontré que les échanges gazeux des muscles sont plus élevés dans le sang pur que dans le sang mélangé d'eau. En outre, nous avions trouvé que l'activité respiratoire des tissus est à peu près la même dans l'eau simple, ou dans une solution de NaCl à 8 °/oo.

III. — Action des sels inorganiques oxygénés (nitrate, sulfate, phosphate, bicarbonate). Action de l'alcalinité.

Dans ces recherches, nous avons d'abord étudié l'influence exercée par les sels inorganiques oxygénés sur l'activité respiratoire des muscles en présence du sang. Nous avons employé le NO^3Na, le SO^4Na^2, $10H^2O$ et le PO^4Na^2H, $12H^2O$. Nous avons fait agir sur le même tissu des concentrations équimoléculaires des différents sels.

Pour obtenir la concentration saline voulue, on ajoutait à l'émulsion du muscle dans le sang, la quantité nécessaire d'une solution concentrée du sel à étudier.

Les valeurs relatives à la concentration saline indiquent la quantité de sel ajoutée dans l'émulsion, sans tenir compte de la quantité qui préexistait soit dans le tissu, soit dans le sang.

Pour simplifier le calcul nous avons considéré un gramme de tissu comme correspondant à 1 cm^3 de liquide. Ainsi, par exemple, supposons vouloir obtenir une concentration décinormale de PO^4Na^2H, $12H^2O$, dans un mélange de 40 gr. de muscle broyé et de 100 cm^3 de sang. On ajoute à l'émulsion 50 cm^3 d'eau renfermant en solution 6 gr. 8 de phosphate. On aura ainsi 6 gr. 8 de phosphate sur un total de 190 cm^3 de liquide (100 de sang + 40 de muscle + 50 de solution concentrée de phosphate). En effet, la solution décinormale de PO^4Na^2H, $12H^2O$ renferme 3 gr. 58 de cette substance pour 100 ; par conséquent 190 cm^3 de liquide doivent en contenir 6 gr. 8 pour représenter une solution décinormale.

Dans les flacons témoins on ajoute un égal volume d'eau au lieu de la solution concentrée du sel qu'on veut étudier.

Les résultats de quelques expériences types sont rapportés dans le tableau II. Dans les formules relatives aux différents sels on n'a pas mis, pour abréger, l'eau de cristallisation du phosphate et du sulfate.

Digitized by Google

TABLEAU II.

Action des sels inorganiques oxygénés en présence du sang. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation a été de 60 minutes à 38°. Dans toutes les expériences on a ajouté 2 cm^3 de sang et 1 cm^3 de solution saline ou d'eau pour chaque gramme de muscle. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.

Tissu	Sang	Concentration saline totale		O^2 absorbé par 100 gr. de tissu	CO^2 dégagé par 100 gr. de tissu
I. Muscle de cheval	Sang de cheval	Eau		185	135
»	»	$NaNO^3$,	N/30	147	129
»	»	»	N/10	83	83
»	»	Na^2SO^4,	N/30	112	101
»	»	»	N/10	85	80
»	»	Na^2HPO^4,	N/30	210	132
»	»	»	N/10	182	117
II. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau		145	140
»	»	$NaNO^3$,	N/40	170	160
»	»	»	N/8	55	90
»	»	Na^2SO^4,	N/160	147	142
»	»	»	N/32	92	107
»	»	Na^2HPO^4,	N/180	157	167
»	»	»	N/30	182	170
III. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau		230	202
»	»	$NaNO^3$,	N/50	208	156
»	»	»	N/100	247	192
»	»	Na^2SO^4,	N/50	162	122
»	»	»	N/100	192	140
»	»	Na^2HPO^4,	N/50	232	200
»	»	»	N/100	262	210
IV. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau		230	202
»	»	$NaNO^3$,	N/100	257	192
»	»	»	N/50	208	156
»	»	Na^2SO^4,	N/100	192	140
»	»	»	N/50	162	122
»	»	Na^2HPO^4,	N/100	262	210
»	»	»	N/50	232	200
V. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau		162	158
»	»	$NaNO^3$,	N/200	169	154
»	»	Na^2SO^4,	N/200	157	143
»	»	Na^2HPO^4,	N/200	149	136
VI. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau		294	269
»	»	$NaNO^3$,,	N/30	269	237
»	»	»	N/10	150	156
»	»	Na^2SO^4,	N/30	112	130
»	»	»	N/10	62	100
»	»	Na^2HPO^4,	N/30	412	287
»	»	»	N/10	195	129

Digitized by Google

Tissu	Sang	Concentration saline totale	O^2 absorbé par 100 gr. de tissu	CO^2 dégagé par 100 gr. de tissu
VII. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau	316	282
»	»	$NaNO^3$, N/50	310	264
»	»	» N/20	294	256
»	»	Na^2SO^4, N/50	163	174
»	»	» N/20	98	126
»	»	Na^2HPO^4, N/50	372	315
»	»	» N/20	338	214
VIII. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau	280	270
»	»	$NaNO^3$, N/100	252	259
»	»	» N/50	255	263
»	»	Na^2SO^4, N/100	178	192
»	»	» N/50	150	178
»	»	Na^2HPO^4 N/100	378	343
»	»	» N/50	406	350
IX. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau	252	240
»	»	$NaNO^3$ N/200	236	224
»	»	» N/400	262	256
»	»	Na^2SO^4 N/200	248	240
»	»	» N/400	270	258
»	»	Na^2HPO^4 N/200	316	256
»	»	» N/400	274	254

Les expériences du tableau II démontrent que les concentrations équimoléculaires des différents sels employés n'agissent pas de la même manière sur les échanges gazeux des muscles en présence du sang. D'une manière générale, on peut dire qu'à la concentration moyenne de $\frac{N}{30}$ environ, les oxydations sont diminuées par le sulfate et augmentées par le phosphate ; le nitrate n'a pas une influence bien nette.

Si on augmente la quantité du sel ajouté, en atteignant par ex. la concentration $\frac{N}{10}$, l'influence nuisible du sulfate s'accentue encore davantage, le nitrate commence à diminuer les oxydations d'une manière bien nette, et le phosphate ou bien n'a pas une action très marquée, ou bien fait baisser à son tour les échanges. Le dégagement de CO^2 devient assez faible, lorsque la proportion de phosphate bibasique de Na est élevée, parce qu'une partie de CO^2 se combine avec la base.

Si on diminue la proportion des sels, on constate qu'à la concentration $\frac{N}{100}$, le sulfate fait encore baisser les oxydations, tandis que le phosphate les

Digitized by Google

augmente ; le nitrate n'a plus une action manifeste. Finalement si on atteint la concentration $\frac{N}{200}$ ou $\frac{N}{400}$, l'influence des sels devient presque inappréciable.

Nous rappelons que les solutions décinormales $\frac{N}{10}$ des sels que nous étudions ici, renferment pour 100: 0 g. 85 de $NaNO^3$; 3 g. 22 de Na^2SO^4 $10H^2O$ et 3 g. 58 de Na^2HPO^4, $12H^2O$.

Le phosphate bibasique de soude aurait son maximum d'action favorable sur les oxydations, à une concentration $\frac{N}{30}$, c'est-à-dire à la dose de 1 pour 100 environ.

Les résultats que nous avons obtenus paraissent démontrer que, à concentration égale, le sulfate diminue davantage les oxydations dans les muscles de pigeon que dans ceux de cheval. D'autre part, le phosphate augmente davantage les échanges gazeux dans les muscles de pigeon que dans ceux de cheval.

Les expériences du tableau II donnent en outre une indication pratique pour le choix des sels des alcaloïdes. Lorsqu'on veut étudier l'influence d'un alcaloïde sur les échanges gazeux des muscles, il ne faut pas employer le sulfate de cet alcaloïde, parce que nous venons de voir que le sulfate a, par lui-même, une action nuisible sur les oxydations musculaires.

Nous pouvons à présent nous demander si les sulfates et les phosphates exercent dans l'organisme vivant, une action analogue à celle que nous avons constatée *in vitro*. Il faut examiner dans quelles proportions ces sels se trouvent dissous dans le sang. Les analyses varient suivant les auteurs et suivant les animaux sur lesquels on a expérimenté. Toutefois, d'une manière approximative, on peut dire que dans le plasma sanguin des mammifères, l'acide sulfurique calculé sous forme de SO^3 oscille entre 0.1 et 0.3 pour 1000 et l'acide phosphorique, calculé sous forme de P^2O^5, varie de 0.3 à 0.9 pour 1000.

Si on calcule l'acide sulfurique et l'acide phosphorique sous forme de sulfate neutre de Na et de phosphate bibasique de Na, on aurait les chiffres suivants. Dans 1000 gr. de plasma existeraient 0 g. 4 à 1 g. 2 de Na^2SO^4, $10H^2O$ et 0 g. 75 à 2 g. 2 de Na^2HPO^4, $12H^2O$. Or, 1 pour 1000 de Na^2SO^4, $10H^2O$ représente une solution $\frac{N}{322}$ de ce sel, et 2 pour 1000 de Na^2HPO^4,

Digitized by Google

$12H^2O$ représente une solution $\frac{N}{180}$. Nous avons vu qu'à ces concentrations, l'action du sulfate est à peu près nulle, et que celle du phosphate est faible bien qu'encore assez nette.

Il est donc peu probable que les sulfates du plasma aient une influence directe sur les oxydations dans l'organisme vivant. Les phosphates pourraient au contraire augmenter légèrement les combustions, mais nous n'en n'avons aucune preuve directe. Les résultats thérapeutiques obtenus par l'administration des phosphates dans le but d'augmenter la nutrition des tissus, sont loin d'être tout à fait probants.

Dans les expériences du tableau II, l'influence des sels a été étudiée en présence de sang. On pourrait donc attribuer les résultats obtenus à une action exercée par les sels sur le sang. Pour éliminer l'influence du sang nous avons fait des recherches analogues à celles que nous venons d'exposer, mais en remplaçant le sang par l'eau.

Les résultats de quelques expériences types sont exposés dans le tableau III. Dans les flacons témoins on a introduit le même volume d'eau salée (ClNa à 8 pour 1000).

TABLEAU III.

Action des sels inorganiques oxygénés en l'absence du sang. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation a été de 60 minutes à 38°. Dans toutes les expériences, on a ajouté 2.5 cm³ de solution saline pour chaque gramme de muscle. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.

Tissu	Concentration saline totale		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
I. Muscle de cheval	Eau salée		84	80
»	$NaNO^3$,	N/30	92	90
»	»	N/10	64	56
»	Na^2SO^4,	N/30	50	56
»	»	N/10	24	32
»	Na^2HPO^4.	N/30	140	112
»	»	N/10	110	70
II. Muscle de cheval	Eau salée		65	72
»	$NaNO^3$,	N/20	61	72
»	Na^2SO^4,	N/20	46	51
»	Na^2HPO^4,	N/20	98	76
III. Muscle de pigeon	Eau salée		139	135
»	$NaNO^3$,	N/50	130	116
»	»	N/10	126	122
»	Na^2SO^4,	N/50	103	89

Digitized by Google

Tissu	Concentration saline totale		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
»	»	N/10	91	73
»	Na^2HPO^4,	N/50	260	228
»	»	N/10	283	171
IV. Muscle de pigeon	Eau salée		154	133
»	$NaNO^3$,	N/20	133	126
»	Na^2SO^4,	N/20	87	80
»	Na^2HPO^4,	N/30	398	342

Les expériences du tableau III démontrent que l'influence favorable du phosphate et l'influence nuisible du sulfate a lieu aussi en l'absence du sang. Ils agissent donc directement sur le muscle lui-même. L'action du phosphate est beaucoup plus nette lorsque le muscle est plongé dans l'eau que lorsqu'il se trouve en présence du sang, parce que dans le premier cas, les échanges gazeux sont assez faibles, et par conséquent, l'augmentation de l'activité respiratoire, due à la présence du phosphate, se laisse mieux constater. L'influence nuisible du sulfate est au contraire moins visible dans l'eau que dans le sang, pour une raison analogue à celle que nous venons d'indiquer. Les échanges gazeux étant déjà peu prononcés dans l'eau, on voit moins bien leur diminution, produite par la présence des sulfates.

L'action si favorable que le phosphate bibasique exerce sur l'activité respiratoire du muscle pouvait être attribuée ou bien à sa réaction alcaline, ou bien à l'acide phosphorique lui-même, ou bien à l'intervention simultanée de ces deux facteurs. Pour élucider ce point spécial nous avons d'abord comparé l'action du phosphate disodique à celle du bicarbonate et de l'hydrate de Na. En outre nous avons neutralisé une solution concentrée de phosphate au moyen de HCl à 1/5. On avait ainsi un mélange de phosphate monosodique et de phosphate disodique, donnant au papier de tournesol une réaction légèrement amphotérique. La concentration de ce mélange en P^2O^5 restait ainsi à peu près la même que dans la solution primitive de phosphate disodique. Les valeurs relatives à la concentration de ce mélange indiquent la quantité de phosphate disodique qui existait dans la solution, avant la neutralisation par l'HCl. Le phosphate disodique neutralisé est indiqué dans le tableau par la formule $Na^2HPO^4 + HCl$.

Les résultats de ces expériences sont exposés dans le tableau IV.

Digitized by Google

TABLEAU IV.

Action des phosphates, du bicarbonate et de l'hydrate de Na en l'absence de sang. Les conditions expérimentales sont les mêmes que celles du tableau III.

Tissu	Concentration saline totale		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
I. Muscle de cheval	Eau salée		81	90
»	$NaHCO^3$,	N/100	118	160
»	»	N/30	228	300
»	Na^2HPO^4,	N/100	109	94
»	»	N/30	194	126
»	$Na^2HPO^4 + ClH$,	N/100	98	97
»	»	N/30	124	119
II. Muscle de cheval	Eau salée		121	116
»	$NaHCO^3$,	N/100	154	184
»	»	N/30	242	340
»	Na^2HPO^4,	N/60	186	156
»	»	N/30	178	110
»	$Na^2HPO^4 + ClH$,	N/60	134	132
»	»	N/30	142	128
III. Muscle de cheval	Eau salée		53	46
»	$NaHCO^3$,	N/60	58	82
»	»	N/30	65	175
»	Na^2HPO^4,	N/60	59	45
»	»	N/30	58	38
»	$Na^2HPO^4 + HCl$,	N/30	55	47
IV. Muscle de cheval	Eau salée		70	70
»	$NaHCO^3$	N/30	185	225
»	Na^2HPO^4	N/30	182	112
»	$Na^2HPO^4 + HCl$,	N/30	157	132
V. Muscle de pigeon	Eau salée		92	75
»	$NaHCO^3$,	N/30	209	316
»	Na^2HPO^4,	N/30	307	235
»	$Na^2HPO^4 + HCl$,	N/30	198	166
VI. Muscle de pigeon	Eau salée		108	82
»	$NaHCO^3$,	N/60	145	180
»	»	N/30	192	304
»	Na^2HPO^4,	N/60	189	152
»	»	N/30	248	170
»	$Na^2HPO^4 + HCl$,	N/30	198	172
VII. Muscle de pigeon	Eau		164	152
»	$NaHCO^3$,	N/30	322	425
»	Na^2HPO^4,	N/30	382	357
»	$Na^2HPO^4 + HCl$,	N/30	337	319
VIII. Muscle de pigeon	Eau		172	160
»	NaOH,	N/400	178	162
»	»	N/120	182	194
»	»	N/40	248	262
»	»	N/20	76	51
»	Na^2HPO^4,	N/30	396	378

Digitized by Google

Tissu	Concentration saline totale		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
IX. Muscle de pigeon	Eau		153	141
»	NaOH,	N/120	168	172
»	»	N/60	203	201
X. Muscle de pigeon	Eau		139	162
»	Na^2HPO^4,	N/30	423	389
»	NaOH,	N/60	174	195
»	»	N/40	181	189
»	»	N/30	198	196
XI. Muscle de cheval	Eau		89	82
»	$NaHCO^3$,	N/30	103	262
»	NaOH	N/60	119	97
»	»	N/40	14	0
»	»	N/20	2	0
XII. Muscle de cheval	Eau		46	68
»	$NaHCO^3$,	N/30	112	237
»	NaOH,	N/100	80	89
»	»	N/60	84	86
»	»	N/30	3	0
XIII. Muscle de cheval	Eau		58	61
»	NaOH,	N/30	75	43
XIV. Muscle de bœuf	Eau		87	75
»	NaOH,	N/60	192	130
»	»	N/20	14	0
»	Na^2HPO^4	N/30	175	122
XV. Muscle de bœuf	Eau		76	69
»	$NaHCO^3$,	N/30	197	321
»	Na^2HPO^4,	N/30	189	140
»	NaOH,	N/60	168	144
»	»	N/40	102	81
»	»	N/20	9	0

Les expériences du tableau IV démontrent d'abord d'une manière évidente que les alcalis ou les sels à réaction alcaline produisent une augmentation considérable des combustions musculaires en l'absence du sang. Dans nos premières recherches, cette action des alcalis ne nous avait pas paru aussi accentuée, parce que la majorité de nos expériences avait été faite ou bien sur le foie, ou bien sur les muscles des mammifères en présence du sang.

Toutefois les phosphates ne paraissent pas agir seulement à cause de leur alcalinité. En effet le mélange de phosphate bibasique et de phosphate monobasique active les échanges gazeux presqu'aussi énergiquement que le phosphate bibasique seul.

La concentration optima du phosphate disodique (Na^2HPO^4, $12H^2O$) serait de 1 pour 100 environ; celle du bicarbonate de sodium serait de 0.2 pour 100. En employant le bicarbonate, on a l'inconvénient d'avoir un très fort dégagement de CO^2, qui trouble complètement le calcul du quotient respiratoire.

Digitized by Google

Le phosphate disodique, à la concentration de 1 pour 100, absorbe au contraire une petite quantité de CO^2. Si on voulait éviter cet inconvénient il faudrait se servir de phosphate neutralisé par HCl.

Quant à l'hydrate de Na, il paraît produire le maximum d'oxydation à la concentration de 1 pour 1500 environ ; si la proportion de NaOH devient trop élevée, 2 pour 1000 par exemple, les échanges gazeux sont complètement abolis.

Les muscles des différents animaux ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis des substances que nous avons employées. Les échanges gazeux du muscle de pigeon offrent leur maximum d'intensité en présence des phosphates. Le bicarbonate et surtout l'hydrate de Na produisent une action moins favorable. L'activité respiratoire des muscles de cheval et de bœuf, au contraire, paraît être augmentée avec la même intensité par une solution N/60 de NaOH, ou par des solutions N/30 de phosphate disodique et de bicarbonate de Na.

Il faut aussi remarquer que dans quelques cas (expériences III et XI) les échanges gazeux du muscle de cheval, sont très peu influencés par l'addition des alcalis. Nous avions constaté le même phénomène en étudiant l'action du sang. Il arrive quelquefois que le sang ou les globules lavés augmentent très peu l'activité respiratoire du muscle de cheval. Le muscle dans ce cas se comporte, à ce point de vue, comme le foie. Nous ne pouvons pas, pour le moment, donner une explication de ces résultats exceptionnels que l'on constate pour le muscle de cheval.

L'augmentation des échanges gazeux musculaires, due à la présence du phosphate ou des alcalis, n'est pas aussi considérable que celle produite par le sang, mais toutefois elle n'en est pas très éloignée. Dans plusieurs recherches, il est préférable d'éliminer l'action du sang. On pourra alors le remplacer avec avantage par le phosphate, par le bicarbonate ou par l'hydrate de Na. Dans nos expériences, nous nous sommes souvent servis de phosphate ou de bicarbonate, pour étudier l'action de différentes substances sur les échanges gazeux des muscles.

En nous basant sur les recherches que nous venons d'exposer, nous employons le phosphate à la concentration de 1 pour 100, correspondant à une solution $\frac{N}{36}$ environ de Na^2HPO^4, $12H^2O$. Le bicarbonate est employé à la concentration de 0.2 pour 100, qui correspond à une solution $\frac{N}{42}$ de

Digitized by Google

$NaHCO^3$. Dans le calcul de la concentration, un gramme de muscle est considéré comme équivalent à 1 cm^3 de liquide. Pour abréger nous indiquerons dans la suite ces solutions sous le nom d'*eau phosphatée* ou d'*eau bicarbonatée.*

Après avoir constaté l'influence bien marquée du sulfate, du phosphate, du bicarbonate et de l'hydrate de Na sur la respiration du muscle, nous avons recherché si ces sels exercent une action analogue sur les échanges gazeux du foie.

Les expériences ont été faites de la même manière que celles que nous venons d'exposer pour les muscles. Les résultats sont rapportés dans le tableau V.

TABLEAU V.

Action du sulfate, du phosphate, du bicarbonate et de l'hydrate de Na sur l'activite respiratoire du foie. Les conditions expérimentales sont les mêmes que celles du tableau III.

Tissu	Concentration saline		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
I. Foie de mouton	Eau		74	54
»	Na^2SO^4,	N/30	68	42
»	»	N/10	62	38
»	Na^2HPO^4,	N/30	70	28
»	»	N/10	52	16
»	$NaHCO^3$,	N/30	69	91
»	»	N/10	77	106
II. Foie de mouton	Eau		48	44
»	Na^2SO^4,	N/10	50	41
»	Na^2HPO^4,	N/50	53	35
»	$NaHCO^3$,	N/30	46	72
III. Foie de mouton	Eau		64	50
»	Na^2SO^4,	N/20	62	32
»	Na^2HPO^4,	N/20	61	23
»	$NaHCO^3$,	N/30	57	125
IV. Foie de bœuf	Eau		91	57
»	Na^2SO^4	N/10	84	39
»	Na^2HPO^4	N/40	87	45
»	$NaHCO^3$	N/30	98	93
»	NaOH	N/60	94	53
V. Foie de cheval	Eau		77	51
»	NaOH,	N/40	82	46
VI. Foie de cheval	Eau		69	44
»	NaOH,	N/20	74	9
»	»	N/10	63	0
VII. Foie de mouton	Eau		56	39
»	NaOH,	N/80	59	38
»	»	N/60	53	36
»	»	N/40	61	33
»	»	N/20	59	26
»	»	N/10	48	4

Digitized by Google

Les expériences du tableau V démontrent clairement que les échanges gazeux du foie sont peu influencés par l'addition de l'hydrate de Na ou par la présence des sels que nous avons employés. A ce point de vue, le foie se comporte d'une manière bien différente des muscles. Ces résultats se rapprochent de ceux que nous avions obtenus dans nos recherches précédentes. Nous avions constaté que l'activité respiratoire du foie, ainsi que celle du rein et du cerveau, est peu modifiée par la présence du sang, tandis que les muscles présentent une très forte augmentation dans leurs oxydations lorsqu'on les met en contact avec le sang. Nous ne savons pas encore à quelle cause il faut attribuer cette différence entre le foie et les muscles.

On peut en outre constater qu'une forte concentration de NaOH (4 pour 1000, par ex.) n'a pas une influence marquée sur l'absorption d'O^2 par le foie, plongé dans l'eau. Au contraire, nous avons vu, dans le tableau IV, que l'hydrate de Na, à la concentration de 2 pour 1000, produit déjà une très forte diminution ou même l'abolition dans l'absorption d'O^2 par le muscle.

IV. — Action des sels inorganiques halogènes.

(*Chlorure, iodure, bromure, fluorure de Na ou de K*).

L'influence que les sels halogènes exercent sur l'activité respiratoire des tissus a été étudiée soit en présence, soit en absence de sang.

Pour pouvoir comparer l'action des autres sels halogènes à celle du chlorure, nous avons négligé la quantité de chlorure préexistant dans les muscles et dans le sang, et nous avons considéré seulement la quantité de sel ajouté. Par conséquent, les valeurs relatives à la concentration saline données dans le tableau VI, indiquent la quantité de sel ajoutée à l'émulsion de muscle. Pour calculer la quantité totale de chlorure, il suffit de se rappeler que le sang en renferme 6 pour 1000 environ, et que le muscle en contient environ 1 pour mille.

Comme dans les recherches sur les sels oxygénés, nous avons employé 3 cm.^{3} de liquide pour chaque gramme de muscle. Lorsqu'on expérimentait en présence de sang, on ajoutait 2 cm.^{3} de sang et 1 cm.^{3} d'eau à chaque gr. de tissu. Dans le calcul de la concentration saline un gramme de tissu a été considéré comme correspondant à 1 cm.^{3} de liquide.

Nous avons choisi le chlorure et le fluorure de Na, le bromure et l'iodure de K. Nous verrons plus loin qu'il n'existe pas de différence appréciable entre les sels de Na et ceux de K au point de vue de leur influence sur la

Digitized by Google

respiration musculaire. La variabilité, dans l'action des sels halogènes que nous avons étudiés, doit donc être attribuée à l'influence des anions.

Les recherches relatives au foie se sont limitées aux expériences sur l'action du fluorure de Na.

Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau VI.

TABLEAU VI.

Action des sels halogènes. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation a été d'une heure, à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.

Tissu	Sang	Concentration saline		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
I. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau		154	148
»	»	NaCl	N/6	96	94
»	»	»	N/3	81	85
II. Muscle de cheval	Sang de cheval	Eau		185	135
»	»	NaCl	N/6	142	100
III. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau salée		165	153
»	»	NaCl	N/6	132	128
»	»	»	N/3	76	100
IV. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau		294	269
»	»	NaCl	N/5	209	203
V. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau salée		146	136
»	»	KJ	N/100	161	140
»	»	»	N/20	95	100
»	»	KBr	N/100	158	136
»	»	»	N/20	88	90
VI. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau salée		408	365
»	»	KJ	N/50	332	309
»	»	»	N/10	89	135
»	»	KBr	N/50	328	294
»	»	»	N/10	112	137
VII. Muscle de bœuf	Sang de bœuf	Eau salée		190	150
»	»	NaFl	N/400	155	125
»	»	»	N/40	82	78
»	»	»	N/20	71	74
VIII. Muscle de chien	Sang de bœuf	Eau salée		250	200
»	»	NaFl	N/400	180	148
»	»	»	N/40	120	100
»	»	»	N/4	32	62
IX. Muscle de bœuf	—	Na^2HPO^4	N/40	147	125
»	—	id. + NaFl	N/20	45	52
»	Sang de bœuf	Eau		152	134
»	»	NaFl	N/20	67	65
X. Muscle de bœuf	—	Eau		91	78
»	—	KBr	N/10	89	74
»	—	KJ	N/10	140	112
»	—	NaFl	N/20	49	45
»	—	Na^2PO^4	N/30	165	117
»	—	id. + NaFl	N/20	33	36

Digitized by Google

Tissu	Sang	Concentration saline		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
XI. Muscle de cheval	—	Eau salée		72	74
»	—	KJ	N/50	100	88
»	—	»	N/10	60	48
»	—	KBr	N/50	102	106
»	—	»	N/10	82	76
»	—	NaFl	N/50	24	27
»	—	»	N/10	1	8
XII. Muscle de cheval	—	Eau		87	82
»	—	KJ	N/100	81	85
»	—	»	N/50	99	107
»	—	»	N/25	88	95
XIII. Muscle de cheval	—	Eau		48	67
»	—	KJ	N/5	10	23
»	—	KBr	N/5	19	37
»	—	NaFl	N/5	2	14
XIV. Muscle de pigeon	—	Eau		174	163
»	—	NaJ	N/30	181	170
»	—	»	N/25	193	179
»	—	NaBr	N/50	196	187
»	—	»	N/25	179	173
XV. Muscle de pigeon	—	Eau		196	193
»	—	KJ	N/5	49	54
»	—	KBr	N/5	67	68
»	—	NaFl	N/5	25	53
XVI. Muscle de pigeon	—	Eau		109	114
»	—	KJ	N/5	22	43
»	—	KBr	N/5	38	54
»	—	NaFl	N/5	3	29
XVII. Foie de bœuf	—	Eau		88	60
»	—	NaFl	N/15	64	56
XVIII. Foie de bœuf	—	Eau		112	69
»	—	NaFl	N/40	108	61
»	—	»	N/15	70	56
XIX. Foie de cheval	—	Eau		46	45
»	—	NaFl	N/20	41	54
»	—	»	N/10	26	49
»	—	»	N/5	14	37
XX. Foie de bœuf	—	Eau		93	53
»	—	NaFl	N/5	51	36
XXI. Foie de bœuf	—	Eau		104	62
»	—	NaFl	N/5	49	34

Les résultats du tableau VI peuvent donner lieu aux considérations suivantes.

Le NaCl diminue déjà passablement les oxydations musculaires lorsque sa concentration atteint 1.2 pour 100 environ (comme nous l'avions déjà vu au chapitre II). Les expériences I, II et III confirment encore ces résultats. En effet, dans ces expériences, la quantité de NaCl ajoutée correspondait

Digitized by Google

d'abord à une concentration $\frac{N}{6}$, c'est-à-dire qu'elle a été de 0.97 pour 100. Si on ajoute la proportion de 0.35 pour 100 qui préexistait dans le mélange de sang et de muscle, nous arrivons à la concentration de 1.3 pour 100 que nous avons indiquée. Si la concentration augmente encore, les échanges gazeux diminuent davantage. On pourrait rapprocher ces expériences de celles de plusieurs auteurs, d'Overton (1) et de Loeb (2) entre autres. Ces expérimentateurs ont trouvé que l'excitabilité musculaire dure beaucoup moins longtemps lorsque la concentration de NaCl dans le liquide, servant à la circulation artificielle, atteint 12 pour 1000.

Le KJ et le KBr à faibles concentrations, $\frac{N}{100}$ ou $\frac{N}{50}$ par exemple, n'ont pas une action bien marquée, mais ils semblent favoriser légèrement l'activité respiratoire des muscles. Si on atteint une solution $\frac{N}{20}$ ou $\frac{N}{10}$, l'iodure et le bromure diminuent considérablemeut les oxydations, lorsque le muscle se trouve en présence du sang (exp. V et VI) ; ils ont une action moins nette en l'absence du sang (exp. X, XI, XII et XIV). Dans l'expérience X, le KJ, à une concentration $\frac{N}{10}$ a produit une élévation assez marquée des échanges gazeux, mais ce résultat a été exceptionnel. Finalement, les solutions $\frac{N}{5}$ produisent un abaissement très prononcé de l'activité respiratoire (exp. XIII, XV et XVI).

Le NaFl diminue déjà les oxydations musculaires à une très faible concentration $\left(\frac{N}{400}\right)$ en présence du sang. Si on atteint une solution $\frac{N}{5}$, correspondant à 0.8 pour 100 environ, l'activité respiratoire du muscle est le plus souvent complètement abolie.

Si on compare les effets délétères de solutions concentrées équimoléculaires des différents sels halogènes, on constate que c'est le NaFl qui exerce

(1) Overton. Studien über die Wirkung der Alkali und Erdalkalisalze auf Skelettmuskeln und Nerven. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 1904, CV, 176.

(2) J. Loeb. Weitere Bemerkungen zur Theorie der antagonistischen Salzwirkungen. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 1905, CVII, 252.

Digitized by Google

l'influence la plus énergique. Viennent ensuite l'iodure et le bromure; l'iodure présenterait une action un peu plus marquée que le bromure. Le chlorure est le moins nuisible. Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux obtenus par GRÜTZNER (1) sur la perte d'excitabilité présentée par les muscles soumis à l'action des différents sels halogènes. Dans les expériences de GRÜTZNER, ces sels sont disposés dans le même ordre que nous venons d'indiquer, quant à l'énergie de leur action toxique.

Le NaFl diminue aussi les oxydations du foie, mais beaucoup moins énergiquement que celles du muscle. A la concentration $\frac{N}{5}$, les échanges gazeux sont encore assez élevés. LUSSANA, après avoir trempé des tranches de foie dans des solutions de NaFl à 3 pour 100, avait aussi constaté que l'activité respiratoire du foie est diminuée, mais pas abolie. On peut aussi remarquer que, dans les expériences de VERNON, l'addition de NaFl à 1 pour 100 réduisait les oxydations du rein à 1/3 environ, sans les abolir complètement.

Nous avons ici un autre exemple de la différence qui existe entre le muscle et le foie, au point de vue des changements qu'on peut produire dans l'intensité de leurs oxydations. Les combustions du muscle subissent beaucoup plus les influences des substances chimiques, soit de celles qui favorisent les oxydations, soit de celles qui les diminuent.

IV. — COMPARAISON ENTRE L'ACTION DES SELS DE Na ET L'ACTION DES SELS DE K.

Pour comparer l'influence exercée par les sels de Na et les sels de K sur l'activité respiratoire des muscles, nous avons employé les sulfates neutres et les chlorures de ces deux bases.

Les chiffres relatifs à la concentration saline représentent seulement la quantité de sel *ajoutée*. La quantité de sel préexistant dans le muscle ou dans le sang a été négligée dans le calcul. Un gramme de muscle a été considéré comme correspondant à 1 cm^3 de liquide.

Les expériences ont été faites d'une manière analogue à celles du chapitre précédent. Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau VII.

(1) GRÜTZNER. Ueber chemische Reizung von motorischen Nerven. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 1892, LIII, 83.

Digitized by Google

TABLEAU VII.

Action comparative des sels de K et de Na. Les ballons sont remplis d'O^2. L'agitation a duré une heure, à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.

Tissu	Sang	Concentration du sel ajouté		O^2 absorbé	CO^2 dégagé
I. Muscle de cheval	Sang de cheval	Eau		184	195
»	»	KCl	N/50	180	187
»	»	»	N/20	165	178
»	»	»	N/10	144	155
»	»	NaCl	N/20	173	186
»	»	NaCl	N/10	152	167
II. Muscle de bœuf	Sang de bœuf	Eau		169	142
»	»	KCl	N/40	176	135
»	»	»	N/20	180	145
»	»	»	N/10	132	134
»	»	NaCl	N/20	160	151
»	»	»	N/10	117	129
III. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau		244	207
»	»	Na^2SO^4	N/50	162	132
»	»	»	N/20	107	96
»	»	K^2SO^4	N/50	170	129
»	»	»	N/20	98	91
IV. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau salée		344	312
»	»	KCl	N/10	250	214
»	»	NaCl	N/10	248	219
»	»	Na^2SO^4	N/100	281	256
»	»	»	N/40	143	160
»	»	K^2SO^4	N/100	269	229
»	»	»	N/40	136	158

Les résultats du tableau VII démontrent que, à concentration équimoléculaire, les chlorures et les sulfates de K ou de Na se comportent à peu près de la même manière vis-à-vis des oxydations musculaires. Tandis que l'influence des anions est bien différente, comme nous l'avons vu, l'action des cations K et Na n'offre pas des écarts bien considérables. Les résultats relatifs au K et au Na peuvent se rapprocher de ceux obtenus par les auteurs qui ont étudié l'action de ces cations sur les organismes inférieurs. Ainsi FAGGIOLI [1] n'a pas trouvé de différences bien grandes dans la toxicité des

[1] FAGGIOLI. *Atti della Soc. Ligustica di Scienze naturali*, IV, 383 et V, 1. 1894. (Cité par CH. RICHET).

Digitized by Google

sels de K et des sels de Na vis-à-vis du *Paramaecium aurelia*. Ch. Richet [1] a constaté que les sels de Na sont plus toxiques, pour le bacille lactique, que les sels de K.

Ces expériences démontrent en outre que dans l'action des halogènes de K ou de Na, que nous avons étudiée dans le tableau VI, c'est bien à l'anion que sont dus les effets produits sur la respiration des tissus. Par conséquent on peut choisir indifféremment des solutions équimoléculaires d'halogènes de Na ou de K, comme nous l'avons fait.

V. — *Influence du glucose et de quelques acides organiques (acides lactique, formique et oxalique).*

Ces expériences ont été faites dans le but de rechercher si l'énergie des combustions des tissus pouvait être modifiée par la présence de substances qui s'oxydent facilement, soit dans l'organisme, comme le glucose et l'acide lactique, soit *in vitro* comme l'acide formique. L'acide oxalique aussi est oxydé rapidement par plusieurs procédés, entre autres par le système H^2O^2 — sulfate ferreux. En outre les effets produits par l'acide oxalique pouvaient donner une indication sur le rôle joué par les sels de Ca dans les processus d'oxydation des tissus.

Une partie des expériences a été faite en présence du sang; les conditions se rapprochaient ainsi davantage de celles qui existent dans l'organisme vivant. Dans d'autres expériences, les tissus ont été mis en contact avec de l'eau. Nous pouvions ainsi nous rendre compte si les tissus renfermaient en eux-mêmes une quantité suffisante de substances combustibles. Si cette quantité était trop faible, nous aurions dû observer une augmentation dans les échanges gazeux, en fournissant aux tissus des composés facilement oxydables.

Les résultats de ces expériences sont rapportés dans le tableau VIII.

[1] Ch. Richet. Action physiologique comparée des métaux alcalins. *Travaux du laboratoire*, 1893, II, 398.

Digitized by Google

TABLEAU VIII.

Action du glucose et des acides : lactique, formique, oxalique. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation a été d'une heure à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.

Tissu	Sang	Substance ajoutée	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
I. Muscle de cheval	Sang de cheval	Eau	193	140
»	»	Glucose, N/200	136	116
II. Muscle de cheval	Sang de cheval	Eau	114	123
»	»	Glucose, N/100	78	68
III. Muscle de cheval	Sang de bœuf	Eau	163	152
»	»	Glucose, N/400	158	149
»	»	» N/200	183	157
»	»	» N/100	179	156
»	»	» N/40	211	182
»	»	Lactate de Na, N/100	156	142
»	»	» N/30	159	150
IV. Muscle de bœuf	Sang de bœuf	Eau	196	152
»	»	Glucose, N/50	228	169
»	»	» N/20	203	157
»	»	Lactate de Na, N/50	184	137
V. Muscle de lapin	Sang de bœuf	Eau	70	77
»	»	Glucose, N/100	76	73
VI. Muscle de cheval	—	Eau bicarbonatée	71	176
»	—	Glucose, N/100	67	154
»	—	» N/20	54	112
»	—	Lactate de Na, N/100	82	192
»	—	» N/20	73	181
»	—	Formiate de Na, N/20	71	207
»	—	Oxalate de Na, N/100	47	112
»	—	» N/20	17	88
VII. Muscle de bœuf	—	Eau	142	117
»	—	Lactate de Na, N/40	102	98
»	—	» N/20	97	93
»	—	Formiate de Na, N/40	72	73
»	—	» N/20	61	66
VIII. Muscle de cheval	—	Eau	90	87
»	—	Formiate de Na, N/10	78	94
»	—	Oxalate de Na, N/30	51	48
»	—	» N/10	26	35
IX. Muscle de bœuf	—	Eau	106	89
»	—	Glucose, N/100	109	87
»	—	» N/30	114	98
»	—	Lactate de Na, N/40	99	86
»	—	Formiate de Na, N/40	94	84
»	—	Oxalate de Na, N/40	59	56
»	—	» N/20	38	41

Digitized by Google

Tissu	Sang	Substance ajoutée	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
X. Muscle de pigeon	Sang de cheval	Eau	512	431
»	»	Glucose, N/100	604	529
»	»	» N/20	597	518
XI. Muscle de pigeon	Sang de bœuf	Eau	309	322
»	»	Glucose, N/100	366	361
»	»	» N/50	337	342
»	»	Oxalate de Na, N/50	159	177
XII. Muscle de pigeon	—	Eau	128	133
»	—	Lactate de Na, N/40	136	147
»	—	» N/20	112	125
XIII. Muscle de pigeon	—	Eau phosphatée	308	224
»	—	Glucose, N/100	294	217
»	—	» N/20	316	237
»	—	Lactate de Na, N/100	259	198
»	—	» N/20	224	180
»	—	Formiate de Na, N/20	169	123
»	—	Oxalate de Na, N/100	182	119
»	—	» N/20	91	48
XIV. Foie de mouton	Sang de cheval	Eau	98	79
»	»	Glucose, N/100	93	77
XV. Foie de lapin	Sang de bœuf	Eau	78	68
»	»	Glucose, N/100	92	74
XVI. Foie de cheval	Sang de mouton	Eau	72	66
»	»	Oxalate de Na, N/40	61	50
XVII. Foie de cheval	—	Eau	73	49
»	—	Glucose, N/40	70	51
»	—	Lactate de Na, N/20	68	47
XVIII. Foie de bœuf	—	Eau	87	53
»	—	Glucose, N/100	84	51
»	—	» N/50	88	56
»	—	» N/25	90	56
»	—	Lactate de Na, N/50	97	59
»	—	Formiate de Na, N/50	106	67
»	—	Oxalate de Na, N/100	112	54
»	—	» N/50	103	52
XIX. Foie de bœuf	—	Eau	93	54
»	—	Glucose, N/25	96	53
»	—	Formiate de Na, N/50	84	72
»	—	» N/25	117	75
»	—	Oxalate de Na, N/100	119	48
»	—	» N/50	108	52
XX. Foie de bœuf	—	Eau	104	57
»	—	Formiate de Na, N/30	121	79
»	—	» N/10	110	78
»	—	Oxalate de Na, N/100	143	56
»	—	» N/50	127	59

Les résultats exposés dans le tableau VIII démontrent d'abord que l'activité respiratoire des muscles plongés dans le sang est généralement augmentée par l'addition de quantités moyennes de glucose (exp. III, IV, X et XI). La

Digitized by Google

concentration la plus favorable de glucose a semblé osciller entre la $\frac{N}{100}$ et la $\frac{N}{50}$, ce qui correspond à une solution de 0 gr. 19 et 0 gr. 38 pour 100. Quelquefois cette augmentation des combustions musculaires est très nette, dans d'autres cas elle est assez faible. Ce résultat s'accorde avec le fait bien connu que dans la glycémie les oxydations ne diminuent pas dans l'organisme. Dans deux cas pourtant (exp. I et II), des proportions relativement faibles de glucose ont produit une diminution assez considérable dans l'activité respiratoire des muscles. Pour le moment il nous est impossible de dire s'il s'agit de cas exceptionnels, ou bien s'il existe des conditions spéciales, dans lesquelles l'augmentation du glucose dans le sang est suivie d'une diminution des échanges gazeux musculaires.

En absence de sang, le glucose n'a pas modifié d'une manière sensible les combustions musculaires.

Le lactate de Na ajouté au sang n'a pas produit de changements appréciables dans l'activité respiratoire des muscles (exp. III et IV). En absence de sang, l'action du lactate a été à peu près nulle dans quelques cas (exp. VI, IX, XII); dans d'autres cas, il a fait diminuer les combustions musculaires (exp. VII et XIII). Si le lactate était décomposé rapidement, on aurait dû obtenir une augmentation de l'alcalinité du milieu, car on sait que la plupart des acides organiques introduits dans l'organisme y sont transformés en carbonates. Il est donc probable que dans nos expériences le lactate n'est pas oxydé avant les autres substances, mais nous n'avons pas fait de recherches directes pour nous en rendre compte.

Le formiate à une concentration $\frac{N}{20}$, correspondant à 0 gr. 43 pour 100, a presque toujours produit une diminution appréciable des combustions musculaires et on n'a jamais observé d'augmentation. On peut donc dire que ni le lactate ni le formiate ne sont oxydés avec une plus grande facilité que les substances qui sont brûlées normalement par les muscles.

L'oxalate de Na abaisse considérablement l'activité respiratoire des muscles. La diminution des combustions est déjà bien nette lorsque la concentration de l'oxalate atteint la $\frac{N}{100}$, ce qui correspond à une solution de 0 g. 15 pour 100 (exp. VI et XIII), suffisante pour précipiter les sels de Ca, qui se trouvent dans le mélange. On pourrait supposer que l'oxalate agit en

Digitized by Google

précipitant les sels de calcium. Mais on doit remarquer que les combustions diminuent à mesure que la concentration d'oxalate augmente (exp. VI, VIII, XIII). Il faut donc admettre que l'acide oxalique agit aussi par lui-même en ralentissant les oxydations musculaires indépendamment de la précipitation des sels de Ca.

Si nous passons à l'examen de l'influence du glucose et des acides organiques sur l'activité respiratoire du foie, nous constatons qu'il existe plusieurs différences remarquables avec ce que nous avons observé dans le muscle.

L'oxalate de Na, en l'absence de sang, augmente nettement l'absorption d'O^2 par le foie à une concentration $\frac{N}{100}$ ou $\frac{N}{50}$, ce qui correspond à 0 g. 15 et à 0 g. 30 pour 100. Nous avons vu que ces proportions d'oxalate diminuent les oxydations musculaires. L'addition d'oxalate n'augmente pas au contraire le dégagement de CO^2 par le foie. Il est donc probable que l'acide oxalique n'est pas oxydé, car dans ce cas on aurait dû observer une production plus grande de CO^2. Pour le moment il nous est difficile d'expliquer cette action de l'oxalate sur l'absorption d'oxygène par le foie.

Le formiate de Na augmente en même temps l'absorption d'O^2 et l'élimination de CO^2 par le foie. L'acide formique serait donc oxydé par le foie. Nous avons vu que le formiate diminue au contraire les combustions des muscles.

L'action du glucose et du lactate de Na sur l'activité respiratoire du foie paraît être peu nette. On peut rapprocher ces résultats de ceux obtenus par Lussana (1) et par Vernon (2). Lussana a constaté que le glycogène placé sur des tranches de foie ne modifie pas l'activité respiratoire de cet organe. Vernon, dans ses expériences de circulation artificielle sur les reins, n'a pas observé une augmentation des oxydations, en ajoutant de l'acide lactique au liquide de Ringer.

---

(1) Lussana. *Loc. cit.*
(2) Vernon. *Loc. cit.*

Digitized by Google

Résumé

1. Les tissus broyés soumis à une agitation énergique présentent des différences marquées dans leur activité respiratoire, suivant la composition du liquide dans lequel ils sont plongés. Cette méthode permet donc d'étudier d'une manière facile et rapide l'action des substances sur la respiration élémentaire des tissus, en supprimant l'influence du système nerveux, de la circulation, etc.

2. La plupart des sels étudiés n'agissent pas de la même manière sur les oxydations du muscle et sur celles du foie. Les échanges gazeux du foie sont beaucoup moins influencés par la présence des différentes substances que ceux du muscle.

3. Les concentrations équimoléculaires des sels inorganiques oxygénés (sulfate, nitrate, phosphate de Na) n'influencent pas de la même manière les échanges gazeux du muscle. A des concentrations moyennes le sulfate diminue les oxydations, le phosphate les augmente, tandis que le nitrate n'a pas d'action bien nette.

4. L'influence favorable du phosphate et l'influence inhibitrice du sulfate sur l'activité respiratoire du muscle se manifestent aussi bien en présence qu'en l'absence du sang. Les muscles de pigeon sont plus sensibles à l'action du phosphate et du sulfate que les muscles des mammifères.

5. Les échanges gazeux des muscles sont aussi augmentés par des concentrations moyennes de bicarbonate et d'hydrate de Na. Une solution un peu concentrée de NaOH abolit toute oxydation dans les muscles.

6. Les oxydations du foie ne sont pas influencées d'une manière appréciable par la présence du sulfate, du phosphate ou du bicarbonate de Na. L'action de l'hydrate de Na est aussi à peu près nulle, même à des concentrations assez élevées.

7. Les échanges gazeux du muscle s'accomplissent avec la même intensité dans l'eau distillée ou dans une solution isotonique de NaCl. Si la concentration de NaCl atteint 12 pour 1000, l'activité respiratoire du muscle diminue déjà sensiblement.

8. L'iodure et le bromure de K à de faibles concentrations n'ont pas une action bien marquée sur les combustions musculaires. Des solutions concentrées de ces halogènes produisent un abaissement très prononcé de l'activité respiratoire des muscles.

9. Le fluorure de Na diminue les oxydations musculaires déjà à une très faible concentration. L'activité respiratoire du muscle est abolie dans des solutions de NaFl à 1 pour 100.

10. Les sels halogènes en solution concentrée peuvent être classés, au point de vue de leur action inhibitrice sur les oxydations musculaires, dans l'ordre décroissant suivant: fluorure, iodure, bromure, chlorure.

Digitized by Google

11. Le fluorure de Na diminue aussi les oxydations du foie, mais beaucoup moins énergiquement que celles du muscle. Les échanges gazeux du foie sont encore assez élevés dans des solutions de NaFl à 1 pour 100.

12. Les sels de K et les sels de Na exercent à peu près la même influence sur l'activité respiratoire du muscle.

13. Le glucose additionné au sang augmente généralement les échanges gazeux du muscle. En l'absence de sang, le glucose ne modifie pas d'une manière sensible les combustions musculaires.

14. Le lactate et le formiate de Na n'ont pas d'influence sur les oxydations musculaires, ou bien ils les diminuent. L'action inhibitrice de l'acide formique est plus marquée que celle du lactate.

15. L'oxalate de Na abaisse considérablement l'activité respiratoire des muscles. Cette diminution des combustions augmente à mesure qu'on élève la concentration de l'oxalate; elle paraît donc être, en partie du moins, indépendante de la précipitation des sels de Ca.

16. Les échanges gazeux du foie ne sont pas modifiés par l'addition de glucose ou de lactate. Ils sont augmentés par la présence de formiate. L'addition d'oxalate produit une élévation dans l'absoption d'O^2 par le foie, tandis que l'élimination de CO^2 n'est pas modifiée.

Les considérations d'ordre théorique ne pourront être exposées que plus tard, lorsque le nombre des faits observés sera plus étendu.

Digitized by Google

Digitized by Google

ACTION DE QUELQUES SUBSTANCES
SUR L'ACTIVITÉ RESPIRATOIRE DES TISSUS ISOLÉS

Par M. **F. BATTELLI** et Mlle **L. STERN**

(Travail du laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève.)

I. *Introduction.*

Les recherches qui seront exposées dans ce travail ont été faites dans deux buts principaux. Nous avons d'abord étudié l'influence exercée par des substances à constitution chimique différente sur les oxydations des tissus isolés. Les résultats obtenus pourront peut-être donner quelques indications sur le mécanisme des combustions tissulaires. En second lieu nous avons examiné les changements qui ont lieu dans l'activité respiratoire des tissus en présence de quelques médicaments ou de quelques poisons. Nous voulions nous rendre compte si notre méthode pouvait être employée à étudier de plus près l'action des substances qui modifient l'intensité des combustions dans l'organisme vivant.

Dans un autre travail[1], nous avons étudié l'influence de la glucose et de plusieurs sels organiques et inorganiques sur les oxydations des tissus, qui ont été réduits à l'état d'émulsion. Au cours de ces recherches nous avons constaté, parmi les autres résultats, que la plupart des substances n'agissent pas de la même manière sur l'activité respiratoire du muscle et sur celle du foie. Les échanges gazeux du foie sont beaucoup moins influencés par la présence des différentes substances que ceux du muscle. C'est pour cette raison que nous avons continué à examiner l'action des composés chimiques, que nous allons étudier, aussi bien sur les muscles que sur le foie.

Nous avions trouvé, en outre, que le phosphate bibasique de Na (Na^2HPO^4, $12H^2O$), dans la proportion de 1 °/₀ environ, élève considérablement l'activité respiratoire des muscles plongés dans l'eau. L'hydrate de Na peu concentré, et le bicarbonate de Na augmentent aussi, par leur alcalinité, les oxydations musculaires, mais ces deux substances ont l'inconvénient de modifier le dégagement de CO^2. L'hydrate de Na absorbe une partie plus ou moins grande de CO^2, et le bicarbonate développe une grande quantité de ce gaz. Il en résulte qu'en employant l'hydrate ou le bicarbonate

[1] Battelli et Stern. Action des sels et de la glucose sur l'activité respiratoire des tissus animaux isolés. *Archives internationales de Physiologie*, 1907, t. IV.

Digitized by Google

de Na, on ne peut bien suivre que les changements dans l'absorption de l'O^2. Le phosphate bibasique de Na ne présente pas cet inconvénient, surtout si on a soin de neutraliser son alcalinité par de l'ClH. On a ainsi un mélange de phosphate monobasique et de phosphate bibasique à réaction légèrement amphotérique, qui active énergiquement les combustions musculaires sans absorber le CO^2.

Dans plusieurs expériences, faites sur les muscles en l'absence de sang, nous avons donc employé le phosphate bibasique de Na, à la concentration de 1%. Nous indiquerons sous le nom d'*eau phosphatée* cette solution de phosphate. Dans le calcul de la concentration du phosphate, 1 gr. de muscle a été considéré comme correspondant à 1 c. c. de liquide.

Si l'émulsion musculaire est plongée dans le sang, le phosphate ou les composés alcalins ont une action peu élevée ou même nulle. Il est donc inutile d'ajouter ces substances au sang.

Les différents corps que nous avons étudiés étaient dissouts dans l'eau avant d'être mis en contact avec les tissus. Lorsque le muscle devait être plongé dans le sang, celui-ci était ainsi dilué par les solutions qu'on lui ajoutait. Or, nous avons constaté dans nos précédentes recherches que les oxydations sont plus énergiques dans le sang pur que dans le sang dilué. Pour avoir des expériences comparables nous avons ajouté à 1 gr. de muscle 1,5 c. c. de sang et 1 c. c. de la solution de la substance dont on voulait étudier les effets. Dans le flacon témoin on plaçait 1,5 c. c. de sang et 1 c. c. d'eau pour chaque gramme de tissu. Il est indifférent d'ajouter, dans le flacon témoin, de l'eau ou une solution de NaCl à 8 pour 1.000.

Les oxydations du foie ne sont guère augmentées par l'addition de phosphate, d'hydrate ou de bicarbonate de Na. Le sang a aussi une influence peu marquée sur l'activité respiratoire du foie. C'est pour cela que dans toutes les expériences l'émulsion du foie a été plongée dans l'eau. Il est superflu d'employer une solution de NaCl, car nous avons constaté que les échanges gazeux des tissus se font aussi bien dans l'eau que dans une solution isotonique de ClNa.

Nous nous sommes presque toujours servis de muscles rouges, parce qu'ils présentent une activité respiratoire plus élevée que les muscles blancs [1]. Le plus souvent nous avons eu recours aux muscles de bœuf, de cheval et de pigeon qui sont faciles à se procurer.

La méthode employée a été la même que celle dont nous nous sommes servis dans nos travaux précédents. Cette méthode consiste à étudier les échanges gazeux des tissus animaux isolés du corps, broyés, plongés dans des liquides de constitution différente et, finalement, soumis à une agitation énergique à une température de 38° environ. Dans toutes les expériences dont nous allons exposer les résultats, les flacons étaient remplis d'O^2 dans le but d'activer davantage les combustions tissulaires. Pour les détails de la méthode concernant l'agitateur employé, l'analyse des gaz, le broyage des tissus, etc., nous renvoyons à notre premier travail [2]. Nous rappelons que dans la grande majorité de nos expériences nous avons employé 250 c. c. de liquide (eau ou sang) pour 100 gr. de tissu. Nous disposions de deux appareils agitateurs marchant simultanément. Dans chaque appareil on pouvait placer quatre ballons remplis de l'émulsion de tissu, de manière que nous pouvions faire en même temps huit expériences dans des conditions absolument semblables.

A notre connaissance, les échanges gazeux des tissus n'avaient pas été étudiés par d'autres expérimentateurs au moyen de cette méthode. Or, nous croyons qu'elle peut donner des résultats intéressants et aider à résoudre plusieurs problèmes rela-

[1] Battelli et Stern. Recherches sur la respiration élémentaire des tissus. Ce *Journal*, 1907, p. 1 et p. 34.
[2] *Ibid.*

Digitized by Google

tifs soit à la respiration intime des tissus, soit à l'action des différentes substances sur les oxydations des tissus. Notre méthode pourra souvent remplacer avec avantage la circulation artificielle, en éliminant l'influence du système nerveux, des réactions vasculaires, du gonflement des tissus, etc. En outre, notre méthode permet d'avoir des expériences tout à fait comparables, parce qu'elles sont faites dans des conditions identiques.

Les recherches qui pourraient être rapprochées de celles que nous allons exposer sont très peu nombreuses. On peut citer les expériences de Fletcher [1] et celles de Vernon [2]. Fletcher a étudié l'influence de l'acide lactique et des vapeurs de chloroforme, d'éther, d'alcool, de sulfure de carbone sur le dégagement de CO^2 par les muscles de grenouille isolés du corps. Il constate que les vapeurs d'alcool n'ont aucune influence sur l'élimination de CO^2. Les vapeurs de chloroforme et d'éther augmentent la production de CO^2 si le muscle frais est exposé à ces vapeurs pendant 5 minutes ou davantage. Si l'application des vapeurs dure moins longtemps, l'élimination de CO^2 est diminuée. Ces résultats paraissent bien démontrer que dans les expériences de Fletcher le CO^2 qui se dégageait préexistait dans les muscles. Le chloroforme et l'éther ne modifiaient pas sa production, mais uniquement son élimination.

Vernon a examiné les échanges gazeux du rein de lapin ou de chat à l'aide de la circulation artificielle avec le liquide de Ringer oxygéné. Il a étudié l'influence de l'acide cyanhydrique, du NaFl, de l'acide arsénieux, de l'AzH^3, de l'acide lactique, de l'hydrate de Na. Les quatre premières substances que nous venons de citer diminuent considérablement les échanges gazeux du rein.

Nous ne parlons pas ici des recherches faites sur le vivant pour constater si les substances ingérées modifient l'intensité des échanges respiratoires. Ces travaux sont trop nombreux et assez éloignés de nos expériences pour que nous puissions négliger de nous en occuper ici. Nous passerons aussi sous silence les recherches faites soit *in vitro*, soit au moyen de circulations artificielles, non pour étudier l'intensité des phénomènes de combustion, mais seulement pour examiner si telle ou telle substance est oxydée dans ces conditions.

II. — *Action de l'alcool, de l'acétone et des aldéhydes formique, éthylique et salicylique.*

Un grand nombre d'auteurs ont étudié l'action de l'alcool, de l'acétone et des aldéhydes sur l'organisme vivant. On a surtout observé leur influence sur les fonctions du système nerveux, de la circulation, de la respiration, etc., mais on n'a pas encore, à notre connaissance, fait des expériences pour examiner l'action de ces différentes substances sur les oxydations qui peuvent se produirent dans les organes ou dans les tissus séparés du corps. On admet généralement que l'acétone et l'aldéhyde éthylique ne sont pas oxydés chez les animaux supérieurs. L'acétone est éliminée par les urines lorsqu'elle se produit dans le diabète. L'aldéhyde éthylique ingérée est éliminée en totalité d'après Albertoni. L'aldéhyde formique serait oxydée d'après quelques auteurs, elle serait éliminée telle quelle d'après d'autres. L'alcool, ingéré à dose modérée, paraît être entièrement brûlé dans l'organisme, mais on ne connaît pas les stades intermédiaires de cette oxydation. Quant à l'aldéhyde salycilique, nous ne savons pas si on a fait des recherches sur les trans-

[1] Fletcher. The survival respiration of muscle. *Journal of Physiology*, 1898, t. XXIII, p. 10.

[2] Vernon. The conditions of tissue respiration. *Journal of Physiology*, 1906, t. XXXV, p. 53.

Digitized by Google

formations qu'elle peut subir dans le corps des animaux supérieurs. Cette substance a été, au contraire, employée par un grand nombre d'auteurs (Schmiedeberg, Salkowski, Jacquet, Abelous et Biarnès, Ducceschi et Almagià, etc., etc.) pour démontrer le pouvoir oxydant des tissus. On a même donné le nom d'aldéhydase au ferment oxydant qui transformerait l'aldéhyde salicylique en l'acide correspondant. Nous ne discuterons pas ici l'existence ou les propriétés de ce ferment. Nous verrons que l'aldéhyde salicylique, comme les autres aldéhydes, inhibe énergiquement les oxydations tissulaires. Le choix de cette substance pour mesurer l'énergie des combustions des différents tissus n'était donc pas heureuse.

Les résultats de nos expériences sont rapportés dans le tableau I. Pour mieux comparer l'action des différentes substances nous avons indiqué leur concentration d'après le poids moléculaire, en employant des solutions normales ou des fractions de ces solutions. Nous rappelons que dans le calcul de la concentration d'une substance, 1 gr. de tissu est considéré comme correspondant à 1 c. c. de liquide.

TABLEAU I. — *Action de l'alcool, de l'acétone et des aldéhydes formique, éthylique et salicylique. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation a été d'une heure à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.*

	TISSU	SANG	CONCENTRATION des SUBSTANCES	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
				c. c.	c. c.
I.	Muscle de bœuf..	Sang de bœuf ...	Eau	218	175
	»	»	Alcool N/5	224	173
	»	»	» N/1	210	162
	»	»	Acétone N/1	194	135
II.	Muscle de cheval.	Sang de bœuf ...	Eau	187	168
	»	»	Alcool N/1	167	161
	»	»	» 2N	56	112
	»	»	Acétone N/1	174	170
	»	»	» 2N	32	94
III.	Muscle de cheval.	Sang de bœuf...	Eau	196	164
	»	»	Alcool N/1	153	158
	»	»	» 2N	29	86
	»	»	Acétone N/1	118	113
	»	»	» 2N	22	87
IV.	Muscle de cheval.	Sang de cheval..	Eau	230	195
	»	»	Aldéhyde éthylique N/80	142	147
	»	»	» N/20	49	124
V.	Muscle de bœuf..	—	Eau phosphatée	162	127
	»	—	Alcool N/20	154	126
	»	—	» N/10	152	125
	»	—	» N/2	147	121
	»	—	» N/1	142	126
VI.	Muscle de bœuf..	—	Eau	92	87
	»	—	Alcool N/1	71	68
	»	—	» N/2	88	84
VII.	Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée	397	352
	»	—	Alcool N/1,5	204	196
	»	—	» N/5	368	331
	»	—	» N/10	472	419
VIII.	Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée	338	293
	»	—	Alcool N/1	76	114
	»	—	Acétone N/1	43	89
	»	—	» N/2	98	117
	»	—	» N/5	274	261
IX.	Muscle de cheval.	—	Eau salée	57	62
	»	—	Aldéhyde éthylique N/15	11	38
X.	Muscle de cheval.	—	Eau salée	92	83
	»	—	Aldéhyde éthylique N/400	88	76
	»	—	» N/150	90	79
	»	—	» N/60	48	56

Digitized by Google

TISSU	SANG	CONCENTRATION des SUBSTANCES	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
XI. Muscle de bœuf..	—	Eau phosphatée.....	156	124
»	—	Aldéhyde salicylique N/500..	63	71
»	—	» N/250..	42	43
»	—	» N/100..	24	37
»	—	Aldéhyde formique N/500....	198	147
»	—	» N/250....	138	119
»	—	» N/100....	52	49
XII. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	367	319
»	—	Aldéhyde éthylique N/200....	285	258
»	—	» N/80.....	198	182
XIII. Muscle de pigeon	—	Eau phosphatée.....	362	287
»	—	Alcool N/10.....	375	284
»	—	» N/20.....	426	298
»	—	Aldéhyde éthylique N/40.....	150	112
»	—	Aldéhyde formique N/60.....	64	57
XIV. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	352	325
»	—	Alcool N/1	98	103
»	—	Aldéhyde éthylique N/20.....	49	71
»	—	Aldéhyde formique N/20.....	24	47
XV. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	185	154
»	—	Alcool N/40	192	156
»	—	» N/20	198	156
XVI. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	427	324
»	—	Aldéhyde salicylique N/2000..	214	168
»	—	» N/1000..	115	107
»	—	» N/500...	98	81
»	—	» N/250...	51	55
»	—	Aldéhyde formique N/2000...	418	307
»	—	» N/1000...	459	342
»	—	» N/500....	387	296
»	—	» N/250....	211	171
XVII. Foie de mouton..	Sang de cheval..	Eau.....	73	78
»	»	Alcool N/1.....	91	74
XVIII. Foie de mouton..	Sang de cheval..	Eau.....	99	92
»	»	Acétone 2N.....	71	69
XIX. Foie de mouton..	Sang de cheval..	Eau.....	94	101
»	»	Aldéhyde éthylique N/20	79	84
XX. Foie de bœuf....	—	Eau.....	82	48
»	—	Alcool N/20.....	88	47
»	—	» N/10	94	48
»	—	» N/2	86	45
XXI. Foie de bœuf....	—	Eau.....	112	69
»	—	Alcool N/5.....	130	64
»	—	» N/1.....	106	45
»	—	Aldéhyde éthylique N/20.....	114	60
»	—	Aldéhyde formique N/15	62	44
»	—	» N/6.....	26	34
»	—	» N/3.....	23	32
XXII. Foie de bœuf....	—	Eau.....	88	59
»	—	Alcool N/2.....	101	47
»	—	» 2N.....	63	38
»	—	Acétone N/3.....	87	61
»	—	Aldéhyde éthylique N/40.....	96	49
»	—	Aldéhyde formique N/60.....	77	61
XXIII. Foie de cheval...	—	Eau.....	47	46
»	—	Alcool N/15	66	49
»	—	» N/5.....	63	45
»	—	Aldéhyde éthylique N/10.....	49	49
»	—	Aldéhyde formique N/10.....	34	37
XXIV. Foie de bœuf....	—	Eau.....	87	53
»	—	Acétone N/2.....	81	52
»	—	Alcool N/4.....	92	51
»	—	Aldéhyde éthylique N/20.....	93	49
»	—	Aldéhyde formique N/30.....	46	31
»	—	Aldéhyde salicylique N/60 ...	24	29
XXV. Foie de bœuf....	—	Eau.....	98	54
»		Aldéhyde salicylique N/120...	32	39
»	—	» N/30....	17	26

Digitized by Google

TISSU	SANG	CONCENTRATION des SUBSTANCES	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
XXVI. Foie de bœuf....	—	Eau.....	73	52
»	—	Aldéhyde salicylique N/500...	71	51
»	—	» N/200...	59	45
»	—	» N/100...	46	41
»	—	» N/50....	17	32
»	—	Aldéhyde formique N/100....	74	50
»	—	» N/50.....	53	39
»	—	» N/25.....	28	36

Les résultats du tableau I démontrent d'abord d'une manière générale que l'action de l'alcool et de l'acétone est très différente de celle des aldéhydes. Les aldéhydes diminuent beaucoup plus énergiquement les oxydations que l'alcool ou l'acétone.

Des concentrations équimoléculaires d'alcool ou d'acétone produisent des effets à peu près semblables. Souvent les solutions normales d'alcool (5 °/₀ environ) ou d'acétone (6 °/₀ environ) n'ont pas une action bien nette sur l'activité respiratoire des muscles de bœuf ou de cheval. Il faut arriver à une concentration double-normale pour constater une forte diminution dans les échanges gazeux musculaires. L'alcool et l'acétone peuvent être rangés parmi les substances qui agissent le moins énergiquement sur les oxydations élémentaires des tissus isolés. Les muscles de pigeon sont plus sensibles à l'action de l'alcool et de l'acétone que les muscles des mammifères. Des solutions normales ou demi-normales de ces substances diminuent considérablement les échanges gazeux dans les muscles de pigeon. Il semble, au contraire, que des concentrations relativement faibles d'alcool (dixième ou vingtième normales) augmentent les combustions du muscle de pigeon. Nous n'avons pas encore recherché si c'est à l'oxydation de l'alcool lui-même qu'est due cette élévation dans l'activité respiratoire du muscle.

Les aldéhydes, comme nous l'avons dit, sont beaucoup plus actives. On peut classer les aldéhydes, au point de vue de leur influence inhibitrice sur les oxydations, dans l'ordre décroissant suivant : aldéhyde salicylique, aldéhyde formique et aldéhyde éthylique.

L'action de l'aldéhyde salicylique est peut-être due en partie à sa fonction aldéhydique et en partie à son noyau aromatique, car l'acide salicylique diminue aussi énergiquement les échanges gazeux des tissus. L'aldéhyde salicylique est déjà active à une concentration $\frac{N}{500}$ (1 pour 5.000 environ); l'aldéhyde formique à une concentration $\frac{N}{250}$ (1 pour 10.000 environ) et l'aldéhyde éthylique à une concentration $\frac{N}{80}$ (1 pour 2.000 environ).

Les aldéhydes diminuent encore davantage l'activité respiratoire des muscles de pigeon.

Les oxydations du foie sont aussi influencées par la présence de l'alcool, de l'acétone ou des aldéhydes. Toutefois ces substances doivent atteindre des concentrations plus élevées que dans le cas des muscles, pour modifier les échanges gazeux du foie. Ainsi l'activité respiratoire du foie est encore assez élevée lorsqu'on emploie des solutions double-normales d'alcool ou d'acé-

Digitized by Google

tone. Une concentration $\frac{N}{20}$ d'aldéhyde éthylique, $\frac{N}{100}$ d'aldéhyde formique ou $\frac{N}{200}$ d'aldéhyde salicylique diminue peu ou point les oxydations du foie. Ici aussi les aldéhydes peuvent être classées, au point de vue de leur action inhibitrice sur les échanges gazeux du foie, dans l'ordre décroissant suivant : aldéhyde salicylique, aldéhyde formique et aldéhyde éthylique.

On peut finalement constater que l'alcool, à des concentrations moyennes, augmente quelquefois l'absorption d'O^2 sans modifier le dégagement de CO^2.

III. — *Action de quelques anesthésiques : chloroforme, éther, chloral.*

Un grand nombre d'auteurs ont étudié l'action de ces substances sur les échanges gazeux, chez les animaux anesthésiés. L'absorption d'O^2 et l'élimination de CO^2 diminuent dans des proportions considérables. On a aussi étudié l'influence du chloroforme et de l'éther sur les échanges des organismes inférieurs. Mais nous ne connaissons que les expériences peu étendues de Fletcher concernant l'action exercée par les vapeurs de chloroforme et d'éther sur l'intensité des oxydations des tissus animaux isolés.

Dans nos recherches, l'addition de chloral (CCl^3 COH, H^2O) à l'émulsion de tissus, et le dosage des gaz ont été faits comme dans toutes les expériences où on a employé d'autres substances. Au contraire, pour étudier l'influence du chloroforme et de l'éther, nous avons seulement mesuré l'absorption d'O^2. Voici comment nous avons procédé : On versait 1 c. c. de chloroforme ou d'éther dans 100 c. c. d'eau distillée ou d'eau phosphatée. Après avoir agité, on mettait dans le flacon 40 gr. de tissu broyé. En outre on introduisait dans le flacon un tube contenant quelques centimètres cubes de chloroforme ou d'éther. Le flacon n'était pas rempli d'O^2, comme dans presque toutes les autres expériences, mais ne contenait que de l'air. On soumettait alors les flacons à l'agitation à une température de 38°. L'émulsion de tissu se trouvait en contact avec le chloroforme ou l'éther et en outre elle était entourée par les vapeurs qui se dégageaient de la substance contenue dans le tube placé à l'intérieur du flacon. A la fin de l'expérience on absorbait d'abord, en même temps, les vapeurs de chloroforme ou d'éther et le CO^2 dégagé, par une longue agitation avec une solution de KOH. On dosait ensuite l'O^2 par le pyrogallol alcalinisé.

Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau II.

TABLEAU II. — *Action du chloroforme, de l'éther et du chloral. Les ballons sont remplis d'O^2, sauf dans les expériences avec le chloroforme et l'éther, où ils sont remplis d'air. La durée de l'agitation a été d'une heure à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.*

TISSU	SANG	ANESTHÉSIQUE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
I. Muscle de bœuf....	—	Eau phosphatée	93	99
»	—	Chloroforme	12	—
»	—	Ether.....	26	—
II. Muscle de cheval ..	—	Eau.....	106	109
»	—	Chloroforme.....	16	—
»	—	Ether.....	29	—
III. Muscle de pigeon ..	—	Eau.....	84	77
»	—	Chloroforme.....	16	—
»	—	Ether.....	33	—

Digitized by Google

TISSU	SANG	ANESTHÉSIQUE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
IV. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	92	103
»	—	Chloroforme.....	11	—
»	—	Ether.....	23	—
V. Muscle de chat...	Sang de bœuf...	Eau.....	90	120
»	»	Chloral N/70.....	25	95
VI. Muscle de pigeon.	Sang de bœuf ...	Eau.....	493	480
»	»	Chloral N/150.....	347	313
»	»	» N/30.....	77	130
VII. Muscle de bœuf..	—	Eau phosphatée.....	123	127
»	—	Chloral N/150.....	116	122
»	—	» N/75.....	69	84
»	—	» N/30.....	17	39
VIII. Muscle de bœuf..	—	Eau phosphatée.....	136	121
»	—	Chloral N/150.....	120	116
IX. Muscle de cheval.	—	Eau.....	62	75
»	—	Chloral N/50.....	10	27
X. Muscle de cheval.	—	Eau phosphatée.....	156	123
»	—	Chloral N/150.....	148	126
»	—	» N/75.....	76	92
»	—	» N/30.....	4	33
XI. Muscle de pigeon.	—	Eau.....	174	153
»	—	Chloral N/150.....	98	119
XII. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée....	157	171
»	—	Chloral N/30.....	24	39
XIII. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	383	291
»	—	Chloral N/150.....	258	203
»	—	» N/75.....	146	125
»	—	» N/30.....	49	42
XIV. Foie de mouton..	—	Eau.....	56	45
»	—	Chloroforme.....	28	—
»	—	Ether.....	43	—
XV. Foie de bœuf....	—	Eau.....	92	59
»	—	Chloroforme.....	38	—
»	—	Ether.....	56	—
XVI. Foie de bœuf....	—	Eau.....	87	58
»	—	Chloroforme..	34	—
»	—	Ether.....	60	—
XVII. Foie de mouton.	—	Eau.....	63	48
»	—	Chloral N/30.....	65	44
XVIII. Foie de bœuf....	—	Eau.....	67	38
»	—	Chloral N/30.....	52	33
»	—	» N/10.....	32	24
XIX. Foie de bœuf	—	Eau.....	97	61
»	—	Chloral N/50.....	94	56
»	—	» N/25.....	86	53
»	—	» N/10.....	47	37
XX. Foie de bœuf	—	Eau.....	94	62
»	—	Chloral N/30.....	82	54
»	—	» N/10.....	49	38
XXI. Foie de bœuf....	—	Eau.....	83	54
»	—	Chloral N/15.... ...	66	49

En examinant les expériences du tableau II, on constate nettement l'action inhibitrice produite par les anesthésiques sur les échanges gazeux des tissus.

Les muscles, plongés dans des vapeurs de chloroforme ou d'éther, n'absorbent plus que des quantités très faibles d'oxygène.

Le chloroforme agit d'une manière plus énergique que l'éther, et, dans quelques expériences, la consommation d'oxygène par les muscles devient minime.

Le chloral commence déjà à abaisser les échanges gazeux des muscles lorsque sa concentration devient $\frac{N}{30}$ (1 pour 1.000 environ). Si on augmente

Digitized by Google

la proportion de chloral, l'activité respiratoire du muscle diminue rapidement; à une concentration $\frac{N}{30}$ les oxydations musculaires deviennent très faibles.

Les échanges gazeux du foie sont influencés moins énergiquement que ceux des muscles par la présence des anesthésiques. L'absorption d'O^2 est encore assez forte dans les vapeurs d'éther ou de chloroforme.

Ici aussi, le chloroforme se montre à peu près deux fois plus actif que l'éther. L'influence du chloral n'est pas encore bien nette à une concentration $\frac{N}{30}$ (5 pour 1,000 environ); il faut atteindre une concentration $\frac{N}{15}$ ou $\frac{N}{10}$ pour obtenir une diminution marquée dans les combustions du foie.

IV. — *Action de l'acide cyanhydrique.*

Les échanges gazeux chez les animaux intoxiqués par l'acide cyanhydrique ont été surtout étudiés par Gaethgens, par Geppert et par Kravkov, etc. Les échanges gazeux diminuent considérablement et Geppert considère l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique comme étant dû au fait que les tissus perdent la propriété d'absorber l'oxygène. Des recherches sur l'activité respiratoire d'organes isolés, soumis à l'action de l'acide cyanhydrique, n'ont été faites, à notre connaissance, que par Vernon. Cet auteur constate que, dans le rein soumis à une circulation artificielle, les échanges gazeux deviennent très faibles si le liquide contient du KCN dans la proportion de 1 à 2 pour 1,000.

Dans nos expériences, nous avons étudié l'influence de l'acide cyanhydrique sur les oxydations des muscles, du foie et du cerveau en présence ou en absence de sang.

Les résultats sont exposés dans le tableau III.

TABLEAU III. — *Action de l'acide cyanhydrique. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation a été d'une heure à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.*

TISSU	SANG	PROPORTION de cyanure de K	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
I. Muscle de bœuf....	Sang de bœuf...	Eau.....	237	175
»	»	KCN N/6000.....	182	155
»	»	» N/3000.....	157	137
»	»	» N/1500.....	92	92
»	»	» N/600.....	52	75
»	»	» N/300.....	30	70
II. Muscle de bœuf....	Sang de bœuf...	Eau.....	215	171
»	»	KCN N/600.....	90	112
»	»	» N/300.....	51	76
»	»	» N/60.....	32	62
»	»	» N/30.....	0	25
»	»	» N/12.....	0	0
III. Mucle de cheval...	Sang de cheval..	Eau.....	162	200
»	»	KCN N/12000.....	165	195
»	»	» N/6000.....	137	182
»	»	» N/1500.....	120	162
»	»	» N/600.....	42	140
»	»	» N/300.....	37	134

Digitized by Google

TISSU	SANG	PROPORTION de cyanure de K	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
IV. Muscle de cheval ..	—	Eau	107	102
»	—	KCN N/3000	47	57
»	—	KCN N/600	35	51
»	—	» N/100	19	44
V. Muscle de cheval..	—	Eau	72	75
»	—	KCN N/300	40	61
»	—	» N/60	28	53
»	—	» N/30	0	12
VI. Foie de bœuf	Sang de bœuf...	Eau	57	76
»	»	KCN N/100	13	25
VII. Foie de bœuf	Sang de bœuf ...	Eau	53	82
»	»	KCN N/600	42	76
»	»	» N/300	29	77
VIII. Foie de bœuf	—	Eau	55	44
»	—	KCN N/100	14	31
IX. Foie de bœuf	—	Eau	72	58
»	—	KCN N/600	65	51
»	—	» N/300	47	36
»	—	» N/60	21	25
X. Cerveau de cheval.	Sang de bœuf...	Eau	72	89
»	»	KCN N/6000	48	68
»	»	» N/600	33	62
XI. Cerveau de cheval.	Sang de bœuf...	Eau	71	86
»	»	KCN N/600	5	48
»	»	» N/60	1	34
XII. Cerveau de cheval.	—	Eau	97	81
»	—	KCN N/600	38	39
XIII. Cerveau de cheval.	—	Eau	86	72
»	—	KCN N/3000	57	49
»	—	» N/600	34	34
»	—	» N/300	22	32
XIV. Cerveau de cheval.	—	Eau	80	74
»	—	KCN N/300	15	32
»	—	» N/60	6	12
»	—	» N/30	2	8
XV. Muscle de pigeon..	Sang de bœuf...	Eau	534	418
»	»	KCN N/10000	529	421
»	»	» N/5000	432	370
»	»	» N/2500	261	247
»	»	» N/300	125	138
XVI. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	490	373
»	—	KCN N/10000	493	361
»	—	» N/5000	351	234
»	—	» N/2500	198	143

Les résultats du tableau III démontrent que, comme il fallait s'y attendre, l'acide cyanhydrique exerce une action très énergique sur les oxydations. Mais on constate, en outre, ce qui ne pouvait pas être observé sur l'animal vivant, que les divers tissus ne présentent pas la même sensibilité vis-à-vis de ce poison.

Les échanges gazeux du foie diminuent faiblement si la concentration du KCN est $\frac{N}{600}$ (1 pour 10,000 environ), et il faut atteindre une concentration $\frac{N}{100}$ pour arriver à une absorption d'O^2 très faible.

L'activité respiratoire des muscles et du cerveau est, au contraire, déjà influencée par une solution $\frac{N}{6000}$ de cyanure de K (1 pour 100,000 environ), et les combustions deviennent très faibles si la concentration devient $\frac{N}{600}$ ou $\frac{N}{300}$.

Digitized by Google

On sait que chez les mammifères la dose mortelle du cyanure de K est de 3 milligrammes par kilogramme d'animal, c'est-à-dire dans la proportion de 1 pour 300,000 environ du poids du corps. Mais si on considère seulement le sang, le cyanure pourrait s'y trouver dans la proportion de 1 pour 30,000 environ, et agir ainsi en diminuant directement les combustions des muscles, du cerveau, etc., d'une manière analogue à ce que nous avons constaté dans nos expériences.

V. — *Action des composés oxygénés de l'arsenic.*

L'action toxique des composés oxygénés de l'arsenic sur l'organisme animal a été très discutée et nous ne pouvons pas nous occuper ici des effets produits sur les différents organes. On n'a pas encore fait, à notre connaissance, de recherches précises sur les modifications des échanges gazeux, produites par l'administration des composés arsenicaux aux animaux. Vernon a constaté que les échanges gazeux du rein tombaient à 1/3 ou même à moins lorsque le liquide servant à la circulation artificielle renfermait 1 pour 100 d'acide arsénieux.

Dans nos expériences, nous avons employé l'arséniate et l'arsénite de Na. Les résultats sont exposés dans le tableau IV.

TABLEAU IV. — *Action des composés oxygénés de l'arsenic. Les ballons sont remplis d'O^2. La durée de l'agitation a été d'une heure à 38°. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et par heure.*

TISSU	SANG	CONCENTRATION des SUBSTANCES	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
I. Muscle de bœuf....	Sang de ...	Eau.....	167	136
»	»	Arséniate de Na N/500.....	146	123
»	»	» N/250.....	114	112
»	»	» N/100.....	109	104
»	»	Arsénite de Na N/2000.....	45	78
»	»	» N/1000	28	67
»	»	» N/500	19	62
»	»	» N/100	7	38
II. Muscle de pigeon ..	Sang de bœuf...	Eau.....	364	326
»	»	Arséniate de Na N/500.....	227	218
»	»	» N/250.....	232	217
»	»	» N/100.....	163	171
»	»	Arsénite de Na N/10000.....	189	197
»	»	» N/5000.....	136	154
»	»	» N/1000.....	108	142
»	»	» N/500.....	63	108
III. Muscle de bœuf....	—	Eau.....	92	87
»	—	Arséniate de Na N/200.....	103	92
»	—	» N/50.....	112	96
»	—	Arsénite de Na N/200.....	29	38
»	—	» N/50.....	8	26
IV. Muscle de cheval ..	—	Eau phosphatée.....	117	96
»	—	Arsénite de Na N/10000.....	95	84
»	—	» N/5000.....	88	83
»	—	» N/1000.....	29	46
V. Muscle de pigeon ..	—	Eau phosphatée.....	178	152
»	—	*Id.* + Arséniate de Na N/130.	143	121
VI. Muscle de pigeon ..	—	Eau.....	87	75
»	—	Arséniate de Na N/100.....	69	51

Digitized by Google

TISSU	SANG	CONCENTRATION des SUBSTANCES	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c
VII. Muscle de pigeon ..	—	Eau.....	104	98
»	—	Arséniate de Na N/500.....	109	103
»	—	» N/250.....	141	136
»	—	» N/125.....	109	101
»	—	Arsénite de Na N/1500.....	47	43
»	—	» N/1000.....	36	38
»	—	» N/500.....	29	37
»	—	» N/100.....	21	37
VIII. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	483	389
»	—	Arsénite de Na N/3000.....	79	63
IX. Muscle de pigeon.	—	Eau phosphatée.....	384	275
»	—	Arsénite de Na N/40000.....	336	249
»	—	» N/20000.....	265	192
»	—	» N/10000.....	229	171
»	—	» N/5000.....	156	110
X. Foie de bœuf.....	—	Eau.....	68	39
»	—	Arséniate de Na N/200.....	64	33
»	—	» N/50.....	67	24
»	—	Arsénite de Na N/200.....	53	25
»	—	» N/50.....	41	0
XI. Foie de bœuf.....	—	Eau.....	64	49
»	—	Arséniate de Na N/50.....	59	31
»	—	» N/25.....	36	19
»	—	Arsénite de Na N/50.....	43	0
»	—	» N/25.....	28	0
XII. Foie de bœuf.....	—	Eau.....	73	51
»	—	Arséniate de Na N/50.....	70	34
»	—	» N/25	46	21
»	—	Arsénite de Na N/200.....	54	32
»	—	» N/100.....	49	16
»	—	» N/50.....	45	0

Les expériences du tableau IV montrent la grande différence qui existe entre l'acide arsénieux et l'acide arsénique au point de vue de leurs effets sur les oxydations musculaires. L'acide arsénique présente une influence faible, l'acide arsénieux, au contraire, possède une action extrêmement énergique, qui dépasse même celle de l'acide cyanhydrique.

En présence de sang l'arséniate de Na, à une concentration $\frac{N}{250}$ (1 pour 1000 environ), diminue faiblement les oxydations du muscle. En présence d'eau distillée l'arséniate à 1 pour 1000 augmente légèrement les combustions, en agissant d'une manière analogue au phosphate bibasique de Na.

L'arsénite de Na commence déjà à diminuer nettement l'activité respiratoire du muscle à une concentration $\frac{N}{20.000}$ (1 pour 100.000 environ). A une concentration $\frac{N}{500}$ les échanges gazeux deviennent très faibles.

Ces expériences démontrent que l'arséniate n'est pas réduit, d'une manière appréciable, à l'état d'arsénite par l'émulsion musculaire *in vitro*, car, dans ce cas, l'arséniate aussi devrait diminuer énergiquement les oxydations musculaires. Ce résultat vient à l'appui de l'opinion de Dogiel et Husemann, qui nient la transformation de l'acide arsénique en acide arsénieux dans l'organisme animal.

Les oxydations du foie sont influencées beaucoup moins énergiquement que celles du muscle par la présence de l'acide arsénieux. En outre l'acide arsénieux se montre plus actif que l'acide arsénique, mais les différences ne

Digitized by Google

sont pas aussi grandes que celles que nous venons de voir pour le muscle. Nous avons déjà signalé à plusieurs reprises que les oxydations du foie sont relativement peu modifiées par la présence de substances favorables ou nuisibles.

Lorsque la solution d'arsénite devient trop concentrée, $\frac{N}{50}$ par exemple, tout le CO^2 est absorbé, étant donnée l'alcalinité de l'arsénite.

On peut rapprocher les résultats que nous venons d'indiquer de ceux obtenus chez quelques organismes inférieurs par Lœw et chez les plantes par Nobbe et par Knop. Dans ces recherches l'acide arsénieux agissait comme un violent poison, tandis que l'acide arsénique était inactif. Mais pour d'autres organismes inférieurs, tels que les schizomycètes, les champignons de la moisissure etc., il n'existe pas de différence entre les deux acides. On pourrait supposer que l'acide arsénieux n'est pas un poison pour les organismes qui peuvent vivre en l'absence d'oxygène, et qui, peut-être, n'accomplissent que des processus de scission dans leurs actes de désassimilation. L'acide arsénieux n'ayant pas d'action nuisible sur les ferments solubles hydrolysants (zymase, pepsine, trypsine, etc.), ne serait pas toxique pour ces cellules anaérobies.

VI. — *Conclusions.*

1° Les différentes substances que nous avons expérimentées n'agissent pas de la même manière sur les échanges gazeux des émulsions du muscle et sur ceux des émulsions de foie. Les oxydations du foie sont moins influencées que celles du muscle.

2° Les muscles de pigeon sont plus sensibles à l'action des substances que les muscles de mammifères, probablement parce qu'ils présentent des échanges gazeux plus élevés.

3° A concentration moléculaire égale, les aldéhydes diminuent les oxydations des tissus beaucoup plus énergiquement que l'alcool et l' cétone. On peut classer les aldéhydes que nous avons étudiées, au point de vue de leur influence inhibitrice sur les combustions, dans l'ordre décroissant suivant : aldéhyde salicylique, aldéhyde formique et aldéhyde éthylique.

4° Le chloroforme, l'éther et le chloral abaissent considérablement l'activité respiratoire des tissus. L'absorption d'oxygène descend à un niveau plus bas dans les vapeurs de chloroforme que dans celles de l'éther.

5° L'acide cyanhydrique diminue les oxydations du cerveau et des muscles à des concentrations très faibles.

6° L'acide arsénique et l'acide arsénieux ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis des combustions musculaires. L'acide arsénique exerce une influence relativement peu marquée, tandis que l'acide arsénieux est un poison extrêmement énergique. A concentrations moléculaires égales, l'action inhibitrice de l'acide arsénieux sur les oxydations musculaires est supérieure à celle de l'acide cyanhydrique.

Les considérations d'ordre théorique ne pourront être exposées que plus tard, lorsque le nombre des faits observés sera plus étendu.

(Extrait du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, mars 1907, n° 2.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 19 Janvier 1907. — T. LXII, p. 66.)

Recherches de la choline dans le liquide cérébro-spinal chez les chens soumis a l'épilepsie expérimentale

par M. L. Cesari

D'après Donath (1903) le liquide cérébro-spinal contient presque toujours de la choline dans les cas d'épilepsie ou dans d'autres maladies organiques des centres nerveux.

Donath a émis l'hypothèse qu'on doit attribuer l'apparition des accès convulsifs à la présence de la choline dans le liquide cérébro-spinal. Il a en effet constaté que l'action convulsivante de la choline est surtout prononcée lorsqu'on applique cette substance directement en contact avec l'écorce cérébrale. La présence de la choline dans le liquide cérébro-spinal serait dûe à une décomposition trop élevée des lécithines. L'épilepsie serait donc, d'après Donath, une autointoxication.

L'hypothèse de Donath a donné lieu à plusieurs recherches expérimentales. Mausfeld admet que dans ses observations, Donath a obtenu du chloroplatinate d'ammonium, et non du chloroplatinate de choline. Allen (1904) n'a pas réussi à retrouver la choline dans les liquides du corps, dans les cas d'épilepsie, tandis qu'on peut constater la présence de cette substance dans les lésions étendues des centres nerveux.

Pour De Buck (1905) la présence de la choline dans le liquide céphalo-rachidien serait l'effet d'une altération du système nerveux et non la cause.

Dans un travail plus récent, Donath (1905) confirme sa première observation que dans l'épilepsie et dans d'autres maladies nerveuses, on retrouve la choline dans le liquide cérébro-spinal.

Si les recherches de Donath sont exactes, l'interprétation sur la présence de la choline dans le liquide cérébro spinal reste toujours

Digitized by Google

douteuse. On peut se demander avec De Buck si la destruction trop élevée des lécithines est la cause de différentes maladies nerveuses ou bien au contraire si cette destruction n'est pas l'effet d'une fonction exagérée des centres nerveux.

Sur le conseil de M. Battelli j'ai recherché la choline dans le liquide cérébro-spinal de chiens, chez lesquels on provoquait l'apparition de convulsions épileptiformes au moyen de courants électriques.

L'accès épileptique était obtenu en appliquant une électrode dans la bouche et l'autre derrière la nuque (procédé Battelli). On faisait passer un courant alternatif de 110 volts pendant une ou deux secondes. Comme on le sait, on a, dans ces conditions, un accès épileptique violent, constitué par une crise de convulsions toniques pendant 20 secondes environ, suivie de convulsions cloniques pendant 30 secondes environ. On a ensuite une période de coma, à laquelle succède souvent une crise d'agitatian violente.

Pour recueillir le liquide cérébro-spinal chez le chien je n'ai pas employé la méthode de Sicard, consistant à ouvrir le canal rachidien dans la région sacro-lombaire, parce que j'aurais dû employer l'anesthésie, ce qui aurait pu modifier mes résultats. Je me suis contenté de faire des ponctions sous-arachnoïdiennes au niveau de la membrane occipito-atloïdienne. On obtient ainsi des quantités assez élevées de liquide, le plus souvent limpide. Si, dans quelques cas, il contient un peu de sang, on le centrifuge.

Pour la recherche de la choline j'ai employé le procédé déjà employé par d'autres auteurs. Le liquide, acidifié légèrement par l'acide chlorhydrique, est évaporé à siccité. Le résidu est repris par l'alcool absolu et filtré. On verse dans le filtrat quelques gouttes d'une solution alcoolique de chlorure de platine à 4 pour 100.

J'ai fait une trentaine d'expériences. Dans quelques cas, les chiens ont été soumis à une seule crise épileptique ; dans d'autres cas on a provoqué les convulsions plusieurs fois à une ou deux heures d'intervalle. Chez plusieurs chiens on a appliqué le courant cinq ou six fois par jour pendant plusieurs jours.

Le liquide cérébro spinal a été recueilli à des intervalles de temps différents après la production de la crise épileptique. Dans quelques cas on l'a pris immédiatement après les convulsions, dans d'autres cas, après un quart d'heure, une demi heure, une heure ou deux heures.

Le résultat a toujours été négatif. L'addition de clorure de platine n'a jamais provoqué un précipité appréciable dans le liquide cérébro-

Digitized by Google

spinal de ces chiens. Ce liquide ne renfermait donc pas de choline. Comme contrôle j'ai ajouté de très petites quantités de choline au liquide cérébro-spinal et j'ai toujours constaté sa présence après les manipulations que j'ai indiquées. Nous voyons ainsi qu'en provoquant une violente exagération dans les fonctions des centres nerveux on ne réussit pas à faire apparaître la choline dans le liquide cérébro-spinal.

Conclusion. — Le liquide cérébro-spinal ne contient pas de choline chez des chiens soumis à des crises épileptiques expérimentales, même souvent répétées.

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendu des séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 23 Février 1907. — T. LXII, p. 296.)

Recherches sur le mécanisme des oxydations dans les tissus animaux isolés

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern.

Nous avons étudié l'action d'un certain nombre de substances sur l'activité respiratoire des tissus animaux isolés. Nous n'exposerons ici que les résultats qui pourraient contribuer à éclaircir le mécanisme des oxydations dans l'organisme animal.

Dans un travail récent *(Journal de physiologie et de pathologie générale, 1907)*, nous avons montré que *in vitro* ce sont les muscles rouges des mammifères et surtout ceux du pigeon qui présentent les échanges gazeux les plus énergiques. Dans la majorité de nos expériences, nous avons donc employé les muscles rouges, mais nous avons en outre fait un certain nombre d'expériences sur le foie et le cerveau.

La méthode dont nous nous sommes servis est la même que celle que nous avons déjà décrite. Les tissus, finement broyés, après avoir été plongés dans des liquides à constitution différente, sont soumis à une température énergique en présence d'O^2 à la température de 38 degrés. A la fin de l'expérience, dont la durée est généralement d'une heure, on dose la quantité d'O^2 absorbé et la quantité de CO^2 dégagé. Nous rappelons que, dans ces conditions, l'activité respiratoire des muscles frais est assez élevée. Ainsi 100 gr. de muscle de pigeon plongés dans le sang de bœuf absorbent en moyenne 400 cm^3

Digitized by Google

environ d'O^2 par heure et dégagent 350 cm^3 environ de CO^2. Il est donc facile de constater l'influence des différentes substances qu'on emploie.

Voici les résultats que nous avons obtenus:

L'alcool et l'acétone ont une influence peu marquée sur les oxydations. Il faut atteindre des concentrations assez élevées, 3 pour 100 par exemple, pour obtenir une diminution appréciable dans les échanges gazeux des muscles des mammifères. Les aldéhydes salicylique, formique et éthylique inhibent au contraire énergiquement l'activité respiratoire musculaire; les deux premières sont plus actives que l'aldéhyde éthylique. L'aldéhyde salicylique diminue déjà considérablement les échanges gazeux à la concentration de 1 p. 20.000.

La saligénine ou alcool salicylique est peu active; l'acide salicylique, au contraire, diminue les oxydations presque aussi énergiquement que l'aldéhyde salicylique.

L'arsenite de Na est extrêmement actif; son influence inhibitrice sur les combustions musculaires est déjà bien nette à la proportion de 1 p. 50.000. L'arséniate de Na est cinquante ou cent fois moins toxique. Le tartrate double de K et d'antimoine diminue aussi énergiquement les oxydations musculaires.

Le nitrite, l'hypophosphite, l'hyposulfite de Na n'agissent qu'à des concentrations assez élevées.

La toxicité de l'acide cyanhydrique sur les combustions élémentaires des muscles est très élevée, mais pas aussi grande que celle de l'arsénite.

Finalement le persulfate de Na diminue énergiquement les oxydations à des concentrations très faibles. Le péroxyde d'hydrogène agit d'une manière analogue, malgré qu'il soit rapidement détruit par la catalase qui se trouve dans les muscles.

Tels sont les faits. L'interprétation en est difficile, et nous préférons la renvoyer jusqu'au moment où nous aurons accumulé un nombre plus considérable de faits.

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 9 Mars 1907. — T. LXII, p. 386.)

LA CONSERVATION DU POUVOIR OXYDANT DANS LES DIFFÉRENTS TISSUS ANIMAUX APRÈS LA MORT

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern

On sait que le rappel à la vie obtenu au moyen du massage du cœur, devient de plus en plus difficile à mesure que le temps écoulé après la mort se prolonge. La plupart des auteurs admettent que la restauration des fonctions du cœur n'est guère possible une demi-heure après l'arrêt du cœur, sauf dans des cas tout-à-fait exceptionnels.

Nous avons fait des recherches pour étudier la persistance du pouvoir oxydant dans quelques tissus. Nous avons examiné à ce point de vue le cerveau, le cœur, le foie et les muscles. Les expériences ont été faites surtout chez le chien.

Nous avons employé la méthode déjà décrite (Journal de Physiologie et de Pathologie générale, 1907). Elle consiste à soumettre à une agitation énergique en présence de différents liquides, les tissus broyés. Après un temps variable, une demi-heure ou une heure par exemple, on dose l'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé.

Les chiens ont été tués par saignée. — Le plus souvent les animaux étaient en pleine digestion.

Pour étudier la conservation du pouvoir oxydant on déta-

Digitized by Google

chait une partie de l'organe; on le broyait rapidement et on le soumettait à l'agitation. Après un certain temps on séparait une autre portion du tissu et on lui faisait subir les mêmes manipulations que la première fois. On répétait cette opération à des intervalles de plus en plus éloignés du moment de la mort.

Dans la majorité de nos expériences, la première agitation était commencée un quart d'heure, la seconde une demi-heure, la troisième une heure, la quatrième deux heures après la mort, etc.

Les tissus broyés étaient plongés soit dans le phosphate disodique hydraté à 1 %, soit dans une émulsion de globules rouges.

Nous avons obtenu les résultats suivants:

Le foie garde son pouvoir oxydant à peu près intact pendant la première demi-heure, c'est-à-dire que l'intensité des oxydations est à peu près la même si on commence l'agitation un quart d'heure ou bien une demi-heure après la mort.

Le cœur conserve dans quelques cas son pouvoir oxydant pendant une demi-heure; dans d'autres cas l'intensité des oxydations diminue déjà entre le premier et le second quart d'heure. Si on attend une heure, le pouvoir oxydant du foie et du cœur subit un abaissement très prononcé.

Les combustions du cerveau diminuent souvent déjà entre le premier et le second quart d'heure. Toutefois, dans d'autres cas, l'intensité des oxydations cérébrales paraît rester inaltérée pendant une heure.

Le pouvoir oxydant des muscles de chien varie très peu pendant deux ou trois heures.

Nous rapportons les résultats d'une expérience-type concernant la conservation du pouvoir oxydant dans le cerveau, le foie et le cœur. Les tissus étaient plongés dans une émulsion de globules de chien. L'agitation a duré trente minutes. Les quantités de O^2 absorbé et de CO^2 dégagé sont calculées pour 100 grammes de tissu.

Digitized by Google

	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
Cerveau.		
Après 15 minutes	113 cm³	82 cm³
— 30 —	82 —	56 —
— 60 —	56 —	41 —
Foie.		
Après 15 minutes	180 cm³	104 cm³
— 30 —	183 —	106 —
— 60 —	64 —	37 —
Cœur.		
Après 15 minutes	229 cm³	167 cm³
— 30 —	218 —	143 —
— 60 —	83 —	65 —

L'abaissement rapide dans les oxydations du cerveau, du cœur et du foie nous avait échappé dans nos premières recherches. Nos expériences avaient été commencées au minimum une heure après la mort. Il faudrait par conséquent corriger l'ordre d'après lequel nous avions placé les tissus au point de vue de l'intensité de leur oxydation.

Cette diminution rapide du pouvoir oxydant du cœur et du cerveau est naturellement un obstacle grave contre le rétablissement des fonctions de ces organes après la cessation de la circulation.

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 23 mars 1907. — T. LXII, p. 531.)

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA CONSERVATION DE L'ACTIVITÉ RESPIRATOIRE DANS LES TISSUS ANIMAUX ISOLÉS

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern.

Dans une note précédente nous avons parlé des modifications qu'on constate dans l'intensité des échanges gazeux des tissus, lorsqu'on les examine à des intervalles différents après la mort. L'activité respiratoire du foie et du cœur et souvent celle du cerveau diminue considérablement si les tissus sont laissés dans le corps de l'animal trois quarts d'heure environ après la mort. Dans ces conditions les organes de l'animal mort se trouvent à une température qui baisse peu à peu, mais qui reste toutefois assez élevée.

Dans les expériences dont nous allons exposer les résultats, les tissus ont été détachés du corps aussi vite que possible après la mort de l'animal et soumis à l'influence de différentes températures. Les organes coupés en morceaux de 5 à 10 grammes, étaient introduits dans des tubes plongeant dans des liquides maintenus à une température constante. Après des temps variables les tissus étaient broyés et soumis à une agitation énergique à 38 degrès n présence de sang ou d'une solution de phosphate disodique à 1 p. 100, etc. A la fin de l'agitation on dosait l'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé. La majorité de nos recherches ont été faites sur le foie et les muscles de chien et de lapin. Nous rapportons ici quelques expériences types. Les chiffres relatifs au temps écoulé après la mort représentent l'intervalle entre le moment de la mort et le commencement de l'agitation des flacons. L'agitation a duré 30

Digitized by Google

minutes dans toutes les expériences. Les quantités d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé sont calculées pour 100 grammes de tissu.

	Température	Temps écoulé après la mort	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
Muscle de chien	—	17 min.	192 cm³	138 cm³
—	0 degré	70 —	196 —	142 —
—	»	120 —	236 —	174 —
—	»	180 —	229 —	168 —
—	30 degrès	70 —	247 —	181 —
—	»	120 —	183 —	129 —
-	»	180 —	137 —	96 —
—	»	420 —	6 —	28 —
Muscle de lapin	—	14 min.	119 —	93 —
—	0 degré	70 —	138 —	112 —
—	»	120 —	114 —	101 —
—	»	180 —	109 —	97 —
—	»	360 —	86 —	75 —
—	30 degrès	70 —	146 —	123 —
—	»	120 —	59 —	61 —
—	»	180 —	19 —	46 —
—	»	360 —	8 —	33 —
Foie de chien	--	15 —	187 —	128 —
—	0 degrè	70 —	172 —	117 —
—	»	120 —	176 —	123 —
—	»	180 —	169 —	120 —
—	»	420 —	134 —	91 —
—	30 degrès	70 —	71 —	52 —
—	»	120 —	59 —	43 —
—	»	180 —	57 —	46 —
—	»	420 —	52 —	41 —

Ces résultats démontrent que l'activité respiratoire du foie diminue rapidement lorsque cet organe est maintenu à une température de 30 degrès et surtout de 40 degrés. Au contraire, les échanges gazeux du foie, restent assez longtemps bien actifs si la température est peu élevée, à 10 degrés par exemple, et surtout si le tube renfermant le foie est entouré de glace. Dans ce dernier cas l'activité respiratoire du foie ne varie presque pas pendant plusieurs heures.

La température exerce une action analogue sur la conservation du pouvoir oxydant des muscles. Les muscles des différents animaux ne

Digitized by Google

se comportent pas de la même manière. Ainsi les muscles de pigeon, placés à 30 degrés, gardent leur activité respiratoire plus longtemps que ceux de chien ou de lapin.

Il est intéressant de constater que souvent l'activité respiratoire du muscle de chien augmente quelque temps après la mort. On pourrait supposer qu'après la mort se produisent rapidement, par des processus de dédoublement ou par d'autres phénomènes analogues, des substances facilement oxydables, qui sont brûlées lorsqu'on fait intervenir de nouveau l'oxygène. Mais si on attend trop longtemps les processus d'oxydation sont affaiblis ou abolis, et les échanges gazeux musculaires deviennent minimes.

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 13 avril 1907. — T. LXII, p. 596).

Action des différents tissus animaux sur le pouvoir oxydant des muscles

par F. Battelli et Mlle L. Stern.

Quelques tissus, comme les muscles rouges, le foie et le rein des animaux à sang chaud, présentent des échanges gazeux très élevés lorsqu'on les prend immédiatement après la mort. L'intensité des combustions diminue ensuite plus ou moins rapidement selon les organes, comme nous l'avons démontré dans une précédente note. A côté de ces tissus il en existe d'autres, tels que la rate, le pancréas, le poumon, qui présentent le plus souvent des échanges gazeux très faibles, même s'ils sont broyés et soumis à l'agitation aussi rapidement que possible, quinze minutes par exemple, après la mort.

Chez l'animal vivant, plusieurs de ces organes (rate, pancréas, etc.) sont le siège d'échanges gazeux assez intenses, car leur circulation est bien développée, et le sang qui en sort est bien veineux.

A quoi faut-il attribuer cette différence qui existe entre la faible intensité des combustions de la rate et du pancréas, *in vitro*, et l'intensité assez élevée des oxydations dans ces mêmes organes chez l'animal vivant?

On peut d'abord supposer que ces tissus perdent leur pouvoir oxydant beaucoup plus rapidement que tous les autres. Cette explication est peu probable, car il s'écoule un temps trop court entre la mort de l'animal et le moment où on commence à agiter les flacons.

On peut ensuite penser que ces tissus renferment peut-être une ou plusieurs substances qui diminuent les oxydations. Nous avons déjà montré (Journ. de physiologie et de pathologie gén. 1907) que le sérum sanguin possède souvent la propriété de produire un abaissement considérable dans les échanges gazeux des muscles. Les oxydations musculaires sont souvent, en effet, beaucoup plus élevées si on plonge le tissu broyé dans les globules lavés que si on le plonge dans le sang total.

Digitized by Google

On pouvait donc supposer que certains tissus possèdent une propriété analogue à celle qu'on rencontre souvent dans le sérum sanguin.

Pour soumettre cette hypothèse à l'expérience, nous avons examiné les échanges gazeux du muscle mélangé à différents tissus.

La méthode employée a été la même que celle que nous avons déjà décrite. Les tissus broyés sont plongés dans une solution de phosphate disodique à 1 p. 100 et soumis à une agitation énergique pendant une demi-heure ou une heure. On dose ensuite l'oxygène absorbé et le CO^2 dégagé.

Nous avons obtenu les résultats suivants:

Quelques tissus, tels que le foie et le rein, ne diminuent pas l'activité respiratoire du muscle, ou bien la diminution est très faible. Les échanges gazeux du mélange représentent, d'une manière approximative, la somme des échanges des deux tissus séparés.

D'autres tissus, tels que le poumon, le pancréas, la rate et le cerveau, diminuent plus ou moins considérablement l'activité respiratoire du muscle. On peut employer, dans ces expériences, d'un côté le muscle de bœuf, de chien ou de cheval, et de l'autre côté le poumon, le pancréas, la rate et le cerveau des mêmes espèces animales. Nous rapportons ici les résultats d'une expérience où nous nous sommes servis de tissus de chien pris immédiatement après la mort. L'agitation des flacons a duré trente minutes. Dans chaque flacon on avait introduit 20 grammes de muscle, 10 grammes d'un des autres organes, et 2,5 cm^3 de liquide pour chaque gramme de tissu.

	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
Muscle seul	42 cm^3	28 cm^3
Muscle et poumon	27 »	15 »
Muscle et rate	30 »	16 »
Muscle et pancréas	32 »	21 »
Muscle et cerveau	35 »	23 »

Le poumon, la rate, le pancréas et le cerveau contiennent donc une ou plusieurs substances qui font baisser l'activité respiratoire des muscles. Il est probable que ces mêmes substances diminuent les échanges gazeux de l'organe qui les fournit: on expliquerait ainsi le faible pouvoir oxydant de la rate, du pancréas et du poumon. Le cerveau lui-même présente *in vitro* une activité respiratoire bien inférieure à celle du muscle rouge.

Il nous est impossible, actuellement, de dire si ces substances inhibitrices des oxydations tissulaires jouent un rôle

Digitized by Google

analogue dans l'organisme vivant et si elles sont déversées dans le courant sanguin. Il est toutefois intéressant de constater que dans quelques cas le sérum diminue activement les échanges gazeux du muscle, tandis que dans d'autres cas, il paraît être dépourvu de ce pouvoir.

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 11 Mai 1907. — T. LXII, p. 832.)

Nouvelles recherches sur l'action que les différents tissus animaux exercent vis-a-vis de la respiration musculaire

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern.

Dans une note précédente, nous avons montré que plusieurs tissus, tels que la rate, le poumon, le pancreas exercent *in vitro* une action inhibitrice plus ou moins prononcée sur l'activité respiratoire des muscles. Les extraits de foie et de rein, au contraire, ne diminuent pas les échanges gazeux musculaires.

Nous avons étendu nos recherches à d'autres organes. Nous avons constaté que les extraits des ganglions lymphatiques de cheval ou de bœuf et des testicules d'agneau ou de chien se comportent comme la rate, en faisant baisser l'activité respiratoire des muscles de chien, de bœuf, de pigeon, etc.

Les extraits d'ovaire de vache ou de truie, de thyroïde de bœuf, de thymus d'agneau ajoutés aux muscles broyés n'exercent aucune influence, ou bien ils augmentent légèrement les combustions musculaires.

Les extraits des différents organes sont préparés de la manière suivante. Le tissu est finement broyé. On ajoute un égal volume d'eau et on agite pendant quelques minutes. On exprime ensuite à travers un double linge. On obtient un liquide trouble, qui constitue l'extrait qu'on ajoute au muscle broyé. Les quantités d'émulsion employées peuvent être variables, mais généralement nous ne dépassions pas un volume de 10 centimètres cubes pour 10 grammes de muscle. Le mélange soumis à l'agitation était souvent composé de la manière suivante : 10 grammes de muscle broyé, 10 centimètres cubes d'extrait d'un organe, 15 centimètres cubes d'eau et la quantité de phosphate disodique nécessaire pour avoir une concentration de 1 pour 100. Après une demi heure ou une heure d'agitation faite dans les conditions que

Digitized by Google

nous avons déjà indiquées, on dosait le volume d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé.

Les extraits des organes inhibiteurs (rate, testicules, ganglions lymphatiques, etc.) perdent leur action sur la respiration musculaire, lorsqu'ils sont portés à l'ébullition.

Ces mêmes extraits traités par l'acide acétique ou par l'acide chlorhydrique à 0,15 pour 100, donnent un précipité qu'on sépare facilement par centrifugation. Le liquide qui surnage ne diminue plus l'activité respiratoire du muscle. Le dépôt, au contraire, agit comme l'extrait, en faisant baisser les échanges gazeux musculaires.

Un certain nombre d'organes renferment donc une ou plusieurs substances qui diminuent les combustions des muscles. Ces substances inhibitrices sont précipitées par l'acide acétique ou par l'acide chlorhydrique à faible concentration, ou bien elles sont entraînées dans le précipité qui se forme. Une faible acidité ne les détruit pas. Elles sont, au contraire, rendues inactives par l'ébullition.

Il était intéressant de rechercher quelle est l'influence des organes qui ne diminuent pas les échanges gazeux des muscles, lorsqu'on les fait agir en présence d'un extrait inhibiteur (de rate, de testicule, etc.). Dans ces expériences, nous avons employé la thyroïde de bœuf et le thymus d'agneau. Les résultats ont été variables. Dans quelques cas, les extraits de thyroïde ou de thymus ont empêché l'action exercée par la rate ou par les testicules sur les combustions musculaires. Ainsi, en ajoutant 10 centimètres cubes d'extrait de thymus à un mélange de 10 grammes de muscle et de 5 centimètres cubes d'extrait de testicule, l'action inhibitrice du testicule a été supprimée. Toutefois, dans la majorité des cas, l'extrait de thyroïde ou de thymus, n'a pas empêché l'action inhibitrice du testicule ou de la rate. Nous ne savons pas, pour le moment, à quoi attribuer ces différences dans les résultats.

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR LA CONSERVATION DE L'ACTIVITÉ RESPIRATOIRE

DANS LES DIFFÉRENTS TISSUS ANIMAUX APRÈS LA MORT. — ACTION DE QUELQUES SUBSTANCES SUR L'ACTIVITÉ RESPIRATOIRE DES TISSUS FRAIS.

Par M. **F. BATTELLI** et Mlle **L. STERN**

(Laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève.)

I. — *Introduction.*

Dans un travail précédent[1] nous avions fait un certain nombre d'expériences pour étudier l'influence du temps écoulé après la mort de l'animal, sur l'activité respiratoire des tissus détachés du corps. Nous avions examiné, à ce point de vue, les échanges gazeux du muscle et du foie. Nous étions arrivés à ce résultat que l'activité respiratoire des muscles diminue considérablement, si l'on attend quelques heures après la mort, tandis que le foie garde intacte pendant plusieurs heures la valeur de ses échanges gazeux. Or, nous verrons, dans la suite de ce travail, que, contrairement aux conclusions de notre premier mémoire, l'activité respiratoire du foie diminue beaucoup plus vite que celle du muscle.

La conclusion erronée de notre premier mémoire s'explique par le fait que toutes les expériences, sauf une seule, avaient commencé au plus tôt une heure et quart après la mort. Or, c'est précisément dans la première heure que les échanges gazeux du foie présentent une très grande diminution dans leur intensité.

Dans notre deuxième mémoire[2], nous avions constaté que les muscles offrent une [illegible] forte élévation de leurs échanges gazeux s'ils sont plongés dans le sang, tandis [illegible] l'activité respiratoire des autres tissus est peu augmentée ou ne l'est pas du [illegible]t. Finalement, dans notre troisième[3] et dans notre quatrième mémoire[4] nous [illegible]ons arrivés à ce résultat, que l'activité respiratoire du muscle et du foie n'est [illegible] modifiée de la même manière par la présence de différentes substances; les [illegible]anges gazeux du foie avaient été beaucoup moins influencés que ceux du muscle.

[1] [illegible]e *Journal*, 1907, p. 1.
[2] [illegible]e *Journal*, 1907, p. 34.
[3] [illegible]rch. *Internat. de Physiol.*, *t. IV*, p. 465, 1907.
[4] [illegible]e *Journal*, 1907, p. 227.

Digitized by Google

Or, nous verrons que les oxydations du foie sont aussi très sensibles à l'influence des différentes substances, si on a soin d'employer le foie avant qu'il ait perdu la plus grande partie de son activité respiratoire après la mort.

Dans ce travail, nous allons étudier d'une manière beaucoup plus détaillée, que nous ne l'avons fait jusqu'ici, la conservation de l'activité respiratoire dans les différents tissus après la mort. Ces expériences ne peuvent guère être faites que sur les animaux de laboratoire, car les tissus des animaux de boucherie nous arrivent trop tard. Toutefois, les muscles rouges de cheval, de bœuf, etc., peuvent aussi servir à ces recherches, car il est probable que l'intensité des échanges gazeux musculaires se garde à peu près intacte pendant une heure ou une heure et demie après la mort.

La majorité des expériences a été faite sur les tissus de chien et de lapin. La méthode employée est la même que celle que nous avons décrite dans notre premier mémoire. Les tissus broyés sont plongés dans un liquide, et soumis à une agitation énergique pendant un temps variable. A la fin de l'expérience, on dose les quantités d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé. Les ballons qui contiennent l'émulsion tissulaire sont remplis d'O^2, et maintenus à une température de 38° environ, dans le but de rendre les combustions aussi énergiques que possible.

La composition du liquide joue un rôle important. Certains tissus, tels que le muscle de chien ou de pigeon, le foie de chien ou de lapin présentent des échanges très élevés dans une solution de phosphate disodique ($Na^2HPO^4,12H^2O$) à 1 %. Mais d'autres tissus, tels que le cerveau et le muscle du lapin, donnent des résultats très inconstants dans cette solution de phosphate. Ces derniers tissus présentent souvent une activité respiratoire élevée s'ils sont plongés dans le sang, mais dans d'autres cas l'influence du sang se montre moins favorable, probablement à cause de l'action nuisible que possède assez fréquemment le sérum sanguin, comme nous l'avons montré dans notre premier mémoire. Dans un certain nombre d'expériences nous avons employé un mélange de sang avec un égal volume de phosphate disodique à 1/100 pour atténuer l'action inhibitrice du sérum.

Les proportions du tissu et du liquide, quelle que fût la constitution de ce dernier, ont toujours été les suivantes : pour 1 gr. de tissu on ajoutait 2,5 c. c. de liquide. Dans le calcul de la concentration des différentes substances employées, 1 gr. de tissu était considéré comme correspondant à 1 c. c. de liquide.

Quant aux résultats obtenus, il faut faire les remarques suivantes : les valeurs de l'O^2 absorbé sont exactes, mais il n'en est pas de même des valeurs de CO^2 dégagé. En effet, pour obtenir des combustions tissulaires élevées, nous avons plongé les tissus, ou bien dans un milieu alcalin, ou bien dans le sang. Or, dans le premier cas, une partie de CO^2 pouvait être absorbée, et par conséquent la valeur de ce gaz était inférieure à la réalité ; dans le second cas on avait un excès de CO^2 provenant du sang. Par conséquent, le quotient respiratoire qu'on pourrait déduire de nos résultats ne serait pas exact, parce que les valeurs de CO^2 ne correspondent pas aux quantités de CO^2 dégagées réellement dans la respiration élémentaire des tissus.

II. — *Conservation de l'activité respiratoire dans les différents tissus après la mort.*

Dans les expériences dont nous allons exposer les résultats, les tissus étaient laissés sur le cadavre de l'animal, jusqu'au moment où l'on en détachait une partie qui était alors soumise immédiatement au broyage. La température de l'organe ne restait pas constante, mais baissait naturellement peu à peu, le corps de l'animal

Digitized by Google

tué étant abandonné dans la chambre à une température de 18° environ. Nous avons cherché ainsi à reproduire les conditions dans lesquelles se trouvent les tissus d'un animal tué brusquement.

Tous les animaux ont été tués par la saignée. Un résumé sommaire de ces recherches a été présenté à la Société de Biologie (9 mars 1907, t. LXII, p. 386). Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau I. Les chiffres relatifs au temps écoulé après la mort indiquent l'intervalle compris entre la mort de l'animal et le commencement de l'agitation des ballons.

TABLEAU I. — *Conservation de l'activité respiratoire dans les différents tissus après la mort. Les tissus sont détachés du corps au moment de l'expérience. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et pour une demi-heure ou une heure suivant la durée respective de l'agitation.*

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	LIQUIDE	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.		minutes	c. c.	c. c.
I. Muscle de bœuf.....	2 25	Na^2HPO^4 à 1/100.....	60	163	118
»	4 10	»	»	141	87
II. Muscle de bœuf.....	1 50	»	»	176	117
»	3 30	»	»	169	126
III. Chien en digestion :					
Muscle	40	Na^2HPO^4 à 1/100.....	»	316	204
»	2 20	»	»	249	162
Foie.....	40	Sang de chien.....	»	320	207
»	2 20	»	»	118	72
Rein.....	40	»	»	128	115
»	2 20	»	»	91	83
Cerveau	40	»	»	269	187
»	2 20	»	»	117	94
IV. Chien en digestion :					
Cœur.....	15	Globules de chien.....	30	229	167
»	30	»	»	218	143
»	1 10	»	»	83	67
Foie.....	15	»	»	182	104
»	30	»	»	188	103
»	1 10	»	»	64	36
Cerveau	15	»	»	113	81
»	30	»	»	82	56
»	1 10	»	»	56	42
V. Chien en digestion :					
Muscle.....	18	Na^2HPO^4 à 1/100.....	30	238	151
»	1 10	»	»	203	126
»	2 20	»	»	187	115
Cœur	18	Globules de bœuf.....	»	211	179
»	36	»	»	132	98
»	1 10	»	»	63	87
»	2 20	»	»	48	79
Foie.....	18	»	»	167	124
»	36	»	»	142	103
»	1 10	»	»	87	62
»	2 20	»	»	43	65
Cerveau	18	»	»	108	102
»	36	»	»	104	87
»	1 10	»	»	107	85
»	2 20	»	»	46	68
VI. Cerveau de chien.....	20	»	»	92	56
»	2 30	»	»	87	47
VII. Chien en digestion :					
Foie.....	15	Na^2HPO^4 à 1/100.....	30	194	121
»	1 30	»	»	57	32
»	20	»	»	21	27

Digitized by Google

	TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	LIQUIDE	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
		h. m.		minutes	c. c.	c. c.
	Rein	15	Sang de chien	30	244	164
	»	1	»	»	186	119
	Cerveau	15	»	»	82	67
	»	1	»	»	49	52
	»	20	»	»	23	34
VIII.	Chien en digestion :					
	Poumon	25	Sang de chien + phosphate	30	14	23
	Rate	25	»	»	56	42
	Pancréas	25	»	»	78	53
IX.	Chien à jeun (18 h.) :					
	Rein	24	Sang de bœuf + phosphate	30	275	212
	»	1 30	»	»	236	159
	»	7	»	»	57	54
	Poumon	24	»	»	28	47
	Rate	24	»	»	45	48
	Pancréas	24	»	»	91	95
	»	1 30	»	»	42	74
X.	Chien à jeun (20 h.) :					
	Rein	16	Sang de chien + phosphate	30	242	167
	»	1 35	»	»	218	151
	»	2 35	»	»	166	108
	»	7	»	»	152	93
	Rate	16	»	»	19	31
	»	1 35	»	»	18	27
	Pancréas	16	»	»	76	52
	»	1 35	»	»	44	36
	Thyroïde	16	»	»	26	49
XI.	Chien à jeun (24 h.) :					
	Rein	15	Sang de chien + phosphate	30	279	187
	»	2 30	»	»	264	198
	Poumon	15	»	»	16	28
	Rate	15	»	»	22	27
	Pancréas	15	»	»	86	58
	»	1 30	»	»	18	26
	Thyroïde	15	»	»	29	38
XII.	Chien à jeun (18 h.) :					
	Muscle	20	Na^2HPO^4 à 1/100	30	184	128
	»	1 10	»	»	175	119
	Cœur	18	»	»	194	146
	»	2	»	»	52	49
	Foie	18	»	»	176	124
	»	1 10	»	»	98	65
XIII.	Chien à jeun (24 h.) :					
	Muscle	45	Sang de chien	60	438	279
	»	2 20	»	»	312	243
	Rein	45	Eau	»	186	150
	»	2 20	»	»	115	93
	Cerveau	45	Na^2CO^3 à 1/2000	»	204	153
	»	2 20	»	»	71	62
XIV.	Chien à jeun (28 h.) :					
	Muscle	35	Na^2HPO^4 à 1/100	60	316	204
	»	2 30	»	»	249	162
	»	7	»	»	12	28
	Foie	35	Sang de chien	»	320	207
	»	2 30	»	»	118	72
	Rein	35	»	»	128	115
	»	2 30	»	»	91	83
	Cerveau	35	»	»	269	187
	»	2 30	»	»	117	94
XV.	Chien à jeun (21 h.) :					
	Muscle	18	Na^2HPO^4 à 1/100	30	198	142
	»	1 20	»	»	182	126
	»	2 30	»	»	127	103
	»	3 15	»	»	95	87
	»	8	»	»	11	41

Digitized by Google

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	LIQUIDE	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.		minutes	c. c.	c. c.
Cœur	18	Globules de chien	30	192	154
»	1 20	»	»	77	82
»	3 15	»	»	14	39
Foie	18	Na^2HPO^4 à 1/100	»	217	168
»	40	»	»	97	78
»	1 20	»	»	79	63
»	2 30	»	»	41	38
»	8	»	»	44	37
Rein	18	»	»	83	46
»	1 20	»	»	79	47
»	2 30	»	»	52	40
Cerveau	18	»	»	103	67
»	1 20	»	»	51	33
»	2 30	»	»	53	38
»	8	»	»	34	18
XVI. Cerveau de chien	20	»	»	137	89
»	40	»	»	146	91
»	1 30	»	»	73	68
»	2 15	»	»	62	60
»	7	»	»	43	42
XVII. Chien à jeun (48 h.):					
Muscle	45	Na^2HPO^4 à 1/100	60	305	178
Foie	45	Sang de chien	»	181	136
Cerveau	30	»	»	178	175
XVIII. Chien à jeun (95 h.):					
Muscle	50	Sang de chien	60	247	169
»	2	»	»	136	121
Foie	50	Sang de bœuf	»	139	110
»	2	»	»	71	64
Cerveau	50	Na^2CO^3 à 1/1000	»	187	126
»	2	»	»	64	43
»	50	Sang de bœuf	»	302	254
»	2	»	»	79	96
XIX. Lapin de 3,300 gr. :					
Muscle	14	Globules de chien	30	136	124
»	1	»	»	154	121
»	1 30	»	»	147	126
Foie	14	»	»	181	127
»	30	»	»	163	116
»	1 30	»	»	170	121
Rein	14	»	»	308	196
»	1	»	»	279	178
Cerveau	14	»	»	103	76
XX. Lapin de 3,200 gr. :					
Muscle	25	Globules de mouton	30	131	134
»	1 50	»	»	58	67
»	8	»	»	14	28
Foie	25	»	»	153	126
»	1 50	»	»	117	98
»	8	»	»	28	31
Rein	25	»	»	254	167
»	1 50	»	»	217	142
Cerveau	25	»	»	114	86
XXI. Foie de lapin	40	Na^2HPO^4 à 1/100	»	178	142
»	1	»	»	116	81
»	5	»	»	39	43
XXII. Lapin de 2,800 gr. :					
Muscle	13	Sang de chien + phosphate	30	138	131
»	1 20	»	»	129	127
»	13	Na^2HPO^4 à 1/100	»	122	104
»	1 20	»	»	56	53
Foie	30	»	»	185	123
»	19	»	»	37	43
Rein	15	»	»	184	109
»	1 30	»	»	156	78

Digitized by Google

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	LIQUIDE	DURÉE de l'agitation	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.		minutes	c. c.	c. c.
XXIII. Lapin de 3,400 gr. :					
Muscle.....	14	Sang de chien.....	30	126	98
»	2 10	»	»	88	74
»	14	Na^2HPO^4 à 1/100.....	»	72	59
»	2 10	»	»	18	37
XXIV. Lapin de 2,800 gr. :					
Muscle.....	16	Sang de chien + phosphate...	30	152	134
»	1 20	»	»	140	118
»	2	»	»	133	107
»	16	Na^2HPO^4 à 1/100.....	»	148	121
»	1 20	»	»	97	76
»	2	»	»	54	47
XXV. Lapin de 2,200 gr. :					
Muscle.....	25	Sang de chien + phosphate....	30	96	114
»	25	Na^2HPO^4 à 1/100	»	47	86
Rein.....	25	Sang de chien + phosphate...	»	317	226
»	1 30	»	»	181	123
XXVI. Rein de lapin	15	Sang de chien + phosphate...	»	197	128
»	1 30	»	»	190	117
XXVII. Muscle de pigeon..	45	Na^2HPO^4 à 1/100.....	30	314	259
»	30	»	»	104	98
XXVIII. Muscle de pigeon .	35	»	»	373	319
»	2	»	»	351	268
»	6	»	»	362	287
»	9	»	»	246	210
XXIX. Muscle de pigeon .	15	»	»	349	323
»	1	»	»	338	309
»	2	»	»	351	312
XXX. Foie de pigeon....	15	»	»	356	334
XXXI. Foie de pigeon....	35	»	»	324	288

Les expériences du tableau I démontrent d'abord une certaine inconstance dans les résultats. Toutefois on peut tirer plusieurs conclusions qui s'appliquent à la majorité des cas.

Les *muscles* de pigeon, de chien et probablement ceux de bœuf présentent une résistance assez grande. La valeur des échanges gazeux s'y conserve à peu près intacte dans la première heure après la mort. Les échanges gazeux du muscle de chien baissent ensuite faiblement pendant la deuxième heure. L'activité respiratoire du muscle de pigeon ne varie pas au contraire d'une manière appréciable pendant plusieurs heures et le muscle de bœuf se comporte peut-être d'une façon analogue, mais nous ne savons pas d'une manière certaine si l'intensité des combustions n'y baisse pas dans les deux premières heures. Le muscle de lapin se montre plus inconstant. Dans quelques cas les échanges gazeux diminuent considérablement dans la première heure; dans d'autres cas, au contraire, ils ne varient pas pendant une heure et demie environ. Il faut en outre remarquer que l'activité respiratoire du muscle de lapin paraît baisser beaucoup plus rapidement si on se sert d'une solution de phosphate de Na que lorsqu'on emploie du sang. (Exp. XXII, XXIII et XXIV.)

Le *rein* de chien et de lapin offre aussi une résistance assez grande. L'activité respiratoire de cet organe est à peine diminuée 90 minutes après la mort et elle reste souvent assez élevée pendant quelques heures.

Digitized by Google

Le *cerveau* de chien a présenté une grande inconstance dans la conservation de son activité respiratoire. Dans quelques cas (Exp. IV, VII et XV) les échanges gazeux du cerveau ont diminué considérablement déjà pendant la première heure; dans d'autres cas (Exp. V et VI) ils n'ont pas varié pendant ce laps de temps. Après deux heures la valeur des échanges gazeux du cerveau présente presque toujours une baisse très prononcée.

Le *cœur* du chien perd rapidement une grande partie de son activité respiratoire. Au bout d'une heure elle peut être réduite à un tiers de sa valeur primitive, et la diminution des échanges peut être déjà assez considérable après une demi-heure environ.

Le *foie* du chien se comporte à peu près comme le cœur au point de vue qui nous occupe ici. Le foie de lapin paraît offrir une résistance plus grande; son activité respiratoire persiste souvent à peu près intacte une heure et demie après la mort. Il faut toutefois remarquer que le foie de lapin doit se refroidir plus vite que celui du chien, étant donnée la plus petite taille du lapin.

Le *pancréas* de chien peut aussi être rangé parmi les tissus qui perdent rapidement après la mort une grande partie de leur activité respiratoire, mais nous n'avons pas examiné cet organe à des intervalles de temps assez rapprochés les uns des autres.

Si on examine les tissus plusieurs heures après la mort, on constate que les échanges gazeux du foie restent souvent assez élevés, tandis que ceux du muscle et du cœur tombent à des valeurs minimes. A ce point de vue le rein et le cerveau se rapprochent davantage du foie que du muscle. Ces résultats confirment ceux que nous avions obtenus dans notre premier mémoire.

L'état de digestion ou de jeûne chez le chien n'a pas semblé avoir eu une influence appréciable soit sur l'activité respiratoire des différents tissus, soit sur la conservation de cette activité. Nos résultats ne s'accordent pas, sur ce point, avec ceux obtenus par Lussana sur le foie de lapin ou de cobaye.

Si nous analysons maintenant l'intensité des échanges gazeux dans les différents organes *très frais*, nous voyons qu'il existe des écarts très considérables d'une expérience à l'autre. Ces écarts rendent difficile une classification des tissus au point de vue de leur activité respiratoire *in vitro*. En prenant les moyennes de nos expériences on pourrait disposer les tissus dans l'ordre décroissant suivant : muscle et foie de pigeon, rein de lapin, rein de chien, cœur de chien, foie de chien, muscle de chien, muscle de lapin, cerveau de chien, pancréas de chien, et finalement rate, thyroïde et poumon de chien. Mais cette classification pourrait changer, si on trouvait des liquides plus appropriés aux oxydations des différents tissus. En tout cas l'ordre dans lequel nous venons de disposer les tissus est différent de la classification que nous avions donnée dans notre premier mémoire; à ce moment plusieurs tissus n'avaient pas été examinés à l'état frais.

Digitized by Google

III. — *Influence de la température sur la conservation de l'activité respiratoire dans les différents tissus après la mort.*

Dans ces expériences les tissus étaient détachés du corps immédiatement après la mort de l'animal, coupés en morceaux de 10 gr. environ et placés dans des tubes en verre à parois minces. Les tubes étaient plongés dans de l'eau ayant une température donnée, ou bien entourés de glace.

Les autres conditions sont les mêmes que celles indiquées dans le chapitre précédent.

Un résumé sommaire de ces recherches a été présenté à la Société de Biologie (23 mars 1907, t. LXII, p. 531).

Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau II.

TABLEAU II. — *Influence de la température sur la conservation de l'activité respiratoire des différents tissus après la mort. La durée de l'agitation des ballons est de 30' dans toutes les expériences. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 grammes de tissu et pour une demi-heure.*

	TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	TEMPÉRATURE de conservation des tissus	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
		h. m.	degrés		c. c.	c. c.
I.	Muscle de chien....	30	—	Na^2HPO^4 à 1/100.....	188	132
	»	2 30	0	»	175	121
	»	7	»	»	137	104
	»	2 30	35	»	81	63
	»	7	»	»	9	26
II.	Muscle de chien....	17	—	»	192	138
	»	1 10	0	»	196	142
	»	2	»	»	236	174
	»	3	»	»	229	168
	»	18	»	»	58	51
	»	1 10	30	»	247	181
	»	2	»	»	183	129
	»	3	»	»	137	96
	»	7	»	»	6	28
III.	Muscle de chien....	15	—	»	152	105
	»	1 35	0	»	167	106
	»	2 50	»	»	132	91
	»	1 35	10	»	178	123
	»	2 50	»	»	104	89
	»	1 35	30	»	159	121
	»	2 50	»	»	92	73
	»	1 35	40	»	124	98
	»	2 50	»	»	16	24
IV.	Muscle de chien....	25	—	»	161	119
	»	1 30	0	»	93	85
	»	7	»	»	58	56
	»	1 30	10	»	88	79
	»	7	»	»	104	82
	»	1 30	30	»	79	77
	»	7	»	»	18	29
V.	Cœur de chien	14	—	»	206	157
	»	1 20	0	»	187	143
VI.	Cœur de chien	16	—	»	194	128
	»	2	0	»	162	103
	»	2	30	»	52	51
VII.	Muscle de lapin....	14	—	Sang de chien + phosphate ...	147	119
	»	2 10	5	»	72	78
	»	2 10	30	»	174	154

Digitized by Google

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	TEMPÉRATURE de conservation des tissus	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.	degrés		c. c.	c. c.
VIII. Muscle de lapin....	14	—	Sang de chien + phosphate...	119	93
»	1 10	0	»	138	112
»	2	»	»	114	101
»	3	»	»	109	97
»	6	»	»	86	75
»	1 10	10	»	165	168
»	2	»	»	110	107
»	1 10	30	»	146	123
»	2	»	»	59	61
»	3	»	»	19	46
»	6	»	»	8	33
»	1 10	40	»	137	133
»	2	»	»	9	42
IX. Muscle de lapin....	15	—	»	109	121
»	1 25	0	»	57	69
»	2 20	»	»	56	67
»	1 25	30	»	48	81
»	2 20	»	»	13	32
X. Muscle de pigeon...	16	—	Na^2HPO^4 à 1/100.....	325	308
»	1	5	»	342	306
»	1 30	»	»	356	318
»	5 30	»	»	340	302
»	28	»	»	87	66
»	1	30	»	321	298
»	1 30	»	»	297	259
»	5 30	»	»	62	68
XI. Foie de chien.....	15	—	»	123	73
»	1 35	0	»	158	109
»	3 50	»	»	76	42
»	1 35	10	»	83	51
»	3 50	»	»	49	27
»	1 35	30	»	47	32
»	3 50	»	»	42	29
XII. Foie de chien.....	15	—	»	173	116
»	1 35	0	»	152	103
»	20	»	»	146	107
»	48	»	»	67	43
»	1 35	30	»	56	35
»	20	18	»	24	31
XIII. Foie de chien.....	15	—	»	187	128
«	1 10	0	»	172	117
»	2	»	»	176	123
»	3	»	»	169	120
»	7	»	»	134	91
»	17	»	»	62	38
»	1 10	30	»	71	52
»	2	»	»	59	43
»	3	»	»	57	46
»	7	»	»	52	41
XIV. Foie de chien.....	23	—	Sang de chien + phosphate...	178	157
»	2 25	0	»	123	116
»	7	»	»	152	138
»	2 25	30	»	53	67
»	7	»	»	42	48
XV. Foie de lapin.....	20	—	Na^2HPO^4 à 1/100.....	104	68
»	2 5	10	»	58	50
»	6	»	»	61	52
»	1 10	30	»	52	41
»	2 5	»	»	24	29
XVI. Foie de lapin.....	23	—	»	124	107
»	1 30	0	»	117	96
»	2 20	»	»	119	103
»	7	»	»	105	99
»	1 30	30	»	92	67
»	2 20	»	»	26	34

Digitized by Google

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	TEMPÉRATURE de conservation des tissus	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.	degrés		c. c.	c. c.
XVII. Foie de lapin.....	15	—	Na^2HPO^4 à 1/100.....	108	109
»	1 25	0	»	83	72
»	2 20	»	»	94	81
»	24	»	»	32	27
»	1 25	30	»	47	44

Les expériences du tableau II démontrent que, d'une manière générale, l'activité respiratoire des tissus se garde plus longtemps à basse température qu'à une température plus élevée. Toutefois, le pouvoir oxydant des organes diminue à la longue, même s'ils sont maintenus à une température voisine de 0°.

L'influence de la température est plus nette sur la conservation des échanges gazeux du foie que sur celle des échanges musculaires.

Il existe naturellement des différences individuelles assez marquées quant à la conservation de l'activité respiratoire des tissus aux différentes températures.

On constate, en outre, des résultats qui ne sont pas toujours constants ou qui sont exceptionnels. Ainsi les muscles présentent quelquefois des échanges gazeux moins élevés immédiatement après la mort que quelque temps plus tard (exp. II, III, VII et VIII.) Le muscle de lapin gardé à 0° possède quelquefois (exp. IX) une activité respiratoire plus faible que le muscle maintenu à une température plus élevée.

On peut enfin remarquer que dans plusieurs expériences les échanges gazeux du foie de chien maintenu à 30° diminuent d'abord rapidement, mais ils restent ensuite constants pendant plusieurs heures (exp. XI, XIII, XIV). Dans nos premières recherches, nous avions de même observé que souvent l'activité respiratoire du foie de bœuf, de mouton et de cheval, ne varie pas pendant plusieurs heures. Comme nous l'avons déjà dit, nous avions tiré de ce fait la conclusion erronée que les échanges gazeux du foie restent constants longtemps après la mort.

IV. — *Influence du sang, du phosphate et du carbonate de Na sur l'activité respiratoire des tissus frais.*

Les recherches dont nous allons exposer les résultats ont été faites dans le but d'étudier si les oxydations des tissus très frais sont augmentées par la présence du sang ou des alcalins. Nous avons déjà dit que dans notre deuxième et dans notre troisième mémoire, nous avions trouvé que le sang ou les alcalins activaient énergiquement les échanges gazeux du muscle, tandis qu'ils étaient à peu près sans action sur l'intensité des oxydations du foie. A ce moment, nous avions employé des foies pris sur les animaux quelque temps après la mort, et qui, par conséquent, avaient perdu une grande partie de leur activité respiratoire.

Les liquides dont nous nous sommes servis étaient représentés par du sang pur

Digitized by Google

ou par du phosphate disodique ($Na^2HPO^4,12H^2O$) à 1 %, ou par un mélange à parties égales de sang et de phosphate, ou par du carbonate de Na ($Na^2CO^3,10H^2O$) à différentes concentrations.

Les autres conditions sont les mêmes que celles indiquées dans les chapitres précédents. Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau III.

TABLEAU III. — *Action du sang, du phosphate et du carbonate de* Na *sur l'activité respiratoire des tissus frais. La durée de l'agitation des ballons est d'une heure. L'*O^2 *absorbé et le* CO^2 *dégagé sont calculés pour* 100 *gr. de tissu et par heure.*

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.		c. c.	c. c.
I. Foie de chien	40	Eau	157	123
»	»	Sang de chien	322	208
»	2 15	Eau	92	57
»	»	Sang de chien	116	71
II. Foie de chien	35	Eau	103	78
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	272	167
»	»	Sang de chien	311	194
»	2 30	Eau	89	63
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	86	42
»	»	Sang de chien	94	57
III. Foie de chien	21	Eau	97	95
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	174	151
»	»	Sang de bœuf + phosphate	206	219
IV. Foie de lapin	23	Eau	78	75
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	206	171
»	»	Sang de chien + phosphate	211	178
V. Foie de lapin	21	Eau	116	87
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	284	207
»	»	Sang de chien	309	263
VI. Foie de lapin	24	Eau	76	87
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	154	116
»	»	Na^2CO^3 à 6/1000	138	105
»	»	Sang de cheval	134	112
»	»	Sang de lapin	171	124
VII. Rein de chien	2 30	Eau	84	82
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	269	148
VIII. Rein de chien	15	Eau	106	93
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	437	268
»	»	Sang de chien	394	252
IX. Rein de chien	24	Eau	123	86
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	138	67
»	»	Sang de chien + phosphate	244	126
X. Rein de lapin	1	Eau	114	66
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100	236	108
»	»	Na^2CO^3 à 3/100	26	0
XI. Rein de lapin	23	Eau	138	103
»	»	Sang de chien + phosphate	356	209
XII. Rein de lapin	20	Eau	164	112
»	»	Sang de cheval	212	127
XIII. Cerveau de chien	40	Eau	117	98
»	»	Na^2CO^3 à 3/1000	204	152
»	2 20	Eau	79	62
»	»	Na^2CO^3 à 3/1000	74	60
XIV. Cerveau de chien	45	Eau	102	94
»	»	Na^2CO^3 à 3/1000	187	126
»	»	Sang de bœuf	298	251
»	2 15	Eau	61	59
»	»	Na^2CO^3 à 3/1000	64	43
»	»	Sang de bœuf	76	96

Digitized by Google

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.		c. c.	c. c.
XV. Cerveau de chien.....	35	Eau.....	92	87
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100.....	195	152
»	»	Sang de chien.....	179	164
XVI. Cerveau de chien.....	40	Eau.....	117	93
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100.....	219	131
»	»	Sang de chien.....	269	187
»	2 15	Eau.....	83	76
»	»	Na^2HPO^4 à 1/100.....	116	78
»	»	Sang de chien.....	121	96

Les expériences du tableau III montrent nettement que les échanges gazeux des tissus frais sont augmentés énergiquement par la présence du sang. Sous le nom de tissu frais nous voulons indiquer les tissus qui n'ont pas encore perdu, après la mort, la plus grande partie de leur activité respiratoire. Nous avons vu, aux chapitres précédents, que la conservation des échanges gazeux après la mort est variable suivant les différents tissus. Par conséquent, un muscle de pigeon ou de chien, un rein, etc., pris sur le cadavre une heure et demie après la mort, peuvent encore être considérés comme *frais*, tandis que le foie, le cœur, le cerveau ne le seraient déjà plus.

Si les tissus ne sont plus frais, la présence du sang n'a qu'une influence très faible ou nulle sur l'intensité des échanges gazeux.

Le phosphate disodique à 1 °/₀ augmente presque autant que le sang l'activité respiratoire du foie. Les échanges du cerveau et du rein sont le plus souvent augmentés davantage par la présence du sang que par celle du carbonate ou du phosphate de Na.

Le foie, le cerveau, le rein *frais* se comportent donc, au point de vue qui nous occupe ici, tout à fait comme les muscles rouges frais. Le foie et le muscle ne présentent pas la différence que nous avions signalée dans nos précédents mémoires. A ce moment, nous avions expérimenté sur des muscles frais et sur des foies qui ne l'étaient plus.

Les résultats que nous avions alors obtenus sur les muscles restent, bien entendu, exacts; ceux, au contraire, que nous avions observés sur le foie, ne peuvent se rapporter qu'à cet organe pris lorsqu'il n'est plus frais.

V. — *Action de quelques substances toxiques sur l'activité respiratoire du foie frais.*

Dans ce chapitre, nous étudions l'action d'un certain nombre de corps toxiques sur le foie frais. Dans nos mémoires antérieurs, nous avions examiné l'influence de ces substances sur les muscles et sur le foie. Or, comme nous l'avons déjà dit à plusieurs reprises, les foies, dont nous nous étions servis à ce moment, n'étaient pas frais. Nous avons, par conséquent, jugé utile de répéter un certain nombre de ces recherches, en utilisant des organes, pris très rapidement après la mort, et qui

Digitized by Google

n'avaient pas perdu une grande partie de leur pouvoir oxydant. Dans quelques expériences, nous avons employé le foie gardé pendant quelque temps à la température de 0°.

Les autres conditions sont les mêmes que celles indiquées dans les chapitres précédents.

Les résultats sont rapportés dans le tableau IV.

TABLEAU IV. — *Action de quelques substances toxiques sur l'activité respiratoire du foie frais ou gardé à 0°. La durée de l'agitation des ballons est d'une demi-heure. L'O^2 absorbé et le CO^2 dégagé sont calculés pour 100 gr. de tissu et pour une demi-heure.*

TISSUS	TEMPS écoulé après la mort	LIQUIDE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	h. m.		c. c.	c. c.
I. Foie de chien.....	21	Na^2HPO^4 à 1/100	206	170
»	»	*Id.* + chloral à 1/500	72	96
»	»	*Id.* + oxalate à 1/1000.....	127	82
»	»	*Id.* + arsénite à 1/5000	44	61
II. Foie de chien.....	38	Na^2HPO^4 à 1/100.....	134	102
»	»	Arséniate à 1/2000.....	103	81
»	»	Arsénite à 1/20000.....	23	34
III. Foie de chien	22	Na^2HPO^4 à 1/100.....	156	104
»	»	*Id.* + Na Fl à 7/1000.....	41	48
»	»	*Id.* + arsénite à 1/5000	22	39
»	»	*Id.* + Na OH à 4/1000.....	43	0
IV. Foie de chien gardé à 0°.....	2	Na^2HPO^4 à 1/100	171	119
»	»	*Id.* + arséniate à 1/1000.....	152	108
»	»	*Id.* + arsénite à 1/3000	4	16
»	»	*Id.* + oxalate à 3/1000..	89	51
»	»	*Id.* + Na^2SO^4 à 1/100.....	140	98
V. Foie de chien gardé à 0°.....	1 40	Na^2HPO^4 à 1/100.....	134	92
»	»	*Id.* + Na Fl à 1/100	16	29
»	»	*Id.* + arséniate à 1/1000	106	76
»	»	*Id.* + arsénite à 1/5000	8	27
»	»	*Id.* + Na OH à 4/1000.....	37	0
VI. Foie de lapin.....	30	Na^2HPO^4 à 1/100.....	184	122
»	»	*Id.* + arsénite à 1/1000	7	12
»	»	*Id.* + Na^2SO^4 à 1/100.....	108	83
VII. Foie de lapin.....	23	Na^2HPO^4 à 1/100.....	196	129
»	»	*Id.* + arséniate à 1/1000.....	123	86
»	»	*Id.* + arsénite à 1/10000.....	44	28
»	»	*Id.* + chloral à 1/1000.....	168	122
VIII. Foie de lapin	28	Na^2HPO^4 à 1/100	76	43
»	»	*Id.* + Na Fl à 8/1000.....	31	32
»	»	*Id.* + arsénite à 1/10000	2	14
»	»	*Id.* Na OH à 4/1000.....	26	0
IX. Foie de lapin.....	14	Na^2HPO^4 à 1/100.....	126	98
»	»	*Id.* + Na Fl à 2/1000.....	27	43
»	»	*Id.* + cyanure de K à 1/10000.	3	27
»	»	*Id.* + arsénite à 1/20000	4	31
»	»	*Id.* + oxalate de Na à 2/1000.	46	51
X. Foie de lapin gardé à 0°.....	1 50	Sang de chien + phosphate ..	118	73
»	»	*Id.* + Na Fl à 1/100	23	29
»	»	*Id.* + arséniate à 1/1000	91	63
»	»	*Id.* + arsénite à 1/20000.....	24	36
»	»	*Id.* + arsénite à 1/5000	6	26
»	»	*Id.* + cyanure de K à 1/10000.	21	32
»	»	*Id.* + oxalate de Na à 2/1000.	84	49
XI. Rein de chien.....	45	Na^2HPO^4 à 1/100.....	126	67
»	»	Arséniate à 1/1000	103	58
»	»	Arsénite à 1/5000	56	34

Digitized by Google

Les expériences du tableau IV démontrent que les substances toxiques, qui diminuent les oxydations musculaires, agissent d'une manière tout à fait semblable sur les combustions du foie.

On peut remarquer l'action inhibitrice du sulfate et de l'oxalate. Ces deux substances n'ont pas une influence marquée sur les oxydations, lorsqu'on se sert d'un foie vieux.

Il est surtout intéressant de constater que nous retrouvons ici, en agissant sur le foie frais, la grande différence qui existe entre l'action très énergique de l'arsénite et celle beaucoup plus faible de l'arséniate. Dans notre quatrième mémoire, nous avions observé cette même différence en agissant sur les muscles frais, tandis qu'elle nous avait paru être beaucoup moins nette en employant les foies qui étaient vieux.

L'influence du chloral, du fluorure de Na, de l'acide cyanhydrique sur les oxydations du foie frais est aussi très manifeste.

L'hydrate de Na à 4 pour 1,000, qui abolit complètement les échanges gazeux musculaires, diminue, mais ne supprime pas entièrement, les combustions du foie.

Nous voyons finalement qu'on peut se servir d'un foie gardé pendant quelque temps à basse température. Ce foie réagit à peu près comme un tissu tout à fait frais.

VI. — *Conclusions.*

1° L'activité respiratoire des différents tissus animaux diminue plus ou moins rapidement après la mort.

2° Les muscles de pigeon, de chien et probablement ceux de bœuf et de cheval gardent pendant quelque temps leur activité respiratoire intacte. Le rein de chien et de lapin présente aussi une assez grande résistance.

3° Le foie, le cœur et le pancréas de chien perdent très vite une grande partie de leur pouvoir oxydant.

4° Le cerveau de chien et les muscles de lapin offrent une grande inconstance dans la conservation de leurs échanges gazeux. Dans quelques cas, ils se montrent assez résistants, dans d'autres cas la diminution de l'activité respiratoire se fait rapidement.

5° L'activité respiratoire du foie, après avoir subi une diminution forte et rapide après la mort, reste ensuite constante pendant plusieurs heures, dans un grand nombre de cas. Cette activité respiratoire persistante est encore assez élevée.

Les échanges gazeux du cœur et des muscles de chien ou de lapin tombent à des valeurs minimes, si on attend plusieurs heures après la mort.

A ce point de vue, le rein et le cerveau se rapprochent davantage du foie que du muscle de chien.

6° L'état de digestion ou de jeûne chez le chien n'a pas semblé avoir une influence appréciable, soit sur l'activité respiratoire des différents tissus, soit sur la conservation de cette activité.

7° En examinant les différents organes à l'*état frais* on pourrait les disposer dans l'ordre décroissant suivant au point de vue de leur activité res-

Digitized by Google

piratoire *in vitro* : muscle et foie de pigeon, rein de lapin, rein de chien, cœur de chien, foie de chien, muscle de chien, muscle de lapin, cerveau de chien, pancréas de chien, et finalement rate, tyroïde et poumon de chien. Il existe toutefois des différences individuelles considérables. Cette classification n'est naturellement plus la même si on examine les tissus une heure ou deux après la mort, comme nous avions fait dans nos précédentes recherches.

8° L'activité respiratoire des tissus se garde plus longtemps à basse température qu'à une température plus élevée. L'influence de la température est plus nette sur la conservation des échanges gazeux du foie que sur celle des échanges musculaires.

9° Les échanges gazeux des tissus *frais* sont augmentés énergiquement par la présence du sang et très souvent aussi par la présence du phosphate ou du carbonate de Na. Si les tissus ne sont plus frais, c'est-à-dire s'ils ont perdu en grande partie leur activité respiratoire, la présence du sang ou des alcalins n'a qu'une influence très faible ou nulle sur l'intensité des échanges gazeux.

10° Les substances toxiques (arsénite, cyanure, fluorure, oxalate, chloral, etc.), qui diminuent énergiquement l'activité respiratoire musculaire agissent d'une manière analogue sur les combustions du foie *frais*. L'arséniate est beaucoup moins actif que l'arsénite vis-à-vis des échanges gazeux du muscle et du foie frais.

11° Il n'existe donc pas de différence bien nette entre le muscle et le foie frais au point de vue des modifications que la présence de plusieurs substances peut apporter dans le pouvoir oxydant de ces deux tissus.

(Extrait du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, mai 1907, n° 3.).

Digitized by Google

Digitized by Google

Extrait de la *Revue médicale de la Suisse romande*
Août 1907

INFLUENCE
DE
DIVERSES SUBSTANCES CHIMIQUES
SUR LES
CONTRACTIONS AUTONOMES DE L'URETÈRE

PAR

Mlle Fanny MANEVITCH

Les contractions rythmiques des uretères ont été étudiées par bon nombre d'auteurs. On sait que ces organes, séparés du corps, conservent la propriété de se contracter rythmiquement, s'ils sont placés dans un liquide convenable et maintenus à une certaine température. Ils offrent, à cet égard, une grande analogie avec les intestins dont les segments isolés peuvent conserver longtemps leurs mouvements rythmiques.

Les contractions autonomes des uretères ont été soigneusement étudiées par Mlle Dr L. Stern [1] qui, pour cette étude, suspendait les uretères dans un bocal contenant la solution physiologique de chlorure de sodium, maintenue à une température constante. Elle s'est occupée de l'influence de la chaleur sur les contractions et sur la persistance plus ou moins prolongée de celles-ci.

Depuis lors, dans un intéressant mémoire dans lequel ils étudient l'influence des sérums artificiels sur le fonctionnement

[1] L. Stern. Contribution à l'étude physiologique des contractions de l'uretère. *Thèse de Genève* 1903 et *Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève*, tome IV, année 1903, Genève 1904.

Digitized by Google

des organes isolés des mammifères, MM. Hédon et Fleig[1], en répétant les expériences de Mlle Stern, signalent que les contractions des uretères ne se montrent pas ou sont très passagères quand on emploie du chlorure de sodium chimiquement pur. Selon eux, la présence de sels de calcium serait absolument indispensable pour que les contractions de l'uretère apparaissent et se maintiennent.

Mlle Stern avait dans ses expériences employé, il est vrai, du *chlorure de sodium du commerce dissous dans de l'eau du Rhône.* M. le prof. Prevost m'a engagée à étudier cette question et à rechercher quelles sont, parmi les divers sérums artificiels employés le plus généralement pour l'étude des contractions des organes isolés, les substances favorables ou défavorables à la survie de ces organes.

Limitant strictement notre travail à cette question, nous n'insisterons point sur les diverses recherches et les théories relatives aux contractions de l'uretère et des organes à fibres musculaires lisses que Mlle Stern a exposées en détail dans sa thèse; nous résumerons cependant, d'abord, les conditions indiquées par MM. Hédon et Fleig concernant les uretères :

En immergeant simplement ces organes dans le liquide de Locke, ils constatent que les contractions spontanées peuvent s'y maintenir pendant plusieurs heures.

La durée de ces contractions serait beaucoup augmentée si on remplace le liquide de Locke par la solution suivante :

NaCl 6 gr.; KCl 0,3 gr.; $CaCl_2$ 0,1; SO_4Mg 0,3; PO_4HNa_2 0,5 gr.; CO_3NaH 1,5 gr.; glucose 1 gr.; oxygène à saturation. Eau 1000 cc.

« Les contractions spontanées de l'uretère cessent dans l'eau salée pure et se maintiennent au contraire très bien dans l'eau salée contenant des sels de chaux. *Les sels des calcium sont aussi nécessaires pour le fonctionnement de l'uretère que pour celui de l'intestin et du cœur.* Le bicarbonate de soude est, par contre, inhibiteur pour l'uretère à la dose où il est excitateur pour l'intestin.

« Les contractions de l'uretère sont inhibées par le sérum

[1] E. Hédon et C. Fleig. Action des sérums artificiels et du sérum sanguin sur le fonctionnement des organes isolés des mammifères. *Archives internat. de Physiolog.* Paris et Liège, III, 1905-06, p. 95.

Digitized by Google

sanguin, si celui-ci atteint dans le liquide une proportion assez forte (15 %) et sont, au contraire, favorisées si le sérum agit à faibles doses. Les résultats sont les mêmes avec le sérum chauffé à 56° qu'avec le sérum normal. »

Un travail sur lequel nous aurons l'occasion de revenir dans le cours de notre étude est celui de A. Pugliese[1], dans lequel cet auteur étudie l'action des divers sels sur les contraction des muscles lisses de l'œsophage et de l'estomac de grenouille. Plusieurs des résultats auxquels il est arrivé nous ont fourni de précieuses indications pour notre sujet. Pour lui, les cathions métalliques qu'il a expérimentés peuvent être divisés en trois groupes :

1° Cathions qui conservent bien l'excitabilité et la contractibilité des muscles lisses. A ce groupe, dit des *cathions indifférents*, appartiennent le *sodium* et le *lithium*.

2° Cathions qui abaissent le tonus et arrêtent la fonction rythmique automatique des muscles lisses. A ce groupe, dit des *cathions déprimants*, appartiennent la plupart des ions métalliques soumis à l'expérience : *potassium*, *ammonium*, *magnesium*, *zinc*, *cadmium*, *plomb*, *cobalt*, *nickel*, *fer*, *manganèse* et *cuivre*.

3° Cathions qui élèvent le tonus et peuvent développer la fonction rythmique, automatique des muscles lisses. Ce groupe, dit des *cathions excitants*, est formé par le *baryum* et le *strontium*.

Le calcium tient une place spéciale. Il pourrait être uni au baryum et au strontium à cause de la propriété qu'il a de développer les contractions automatiques si elles font défaut, ou de les rendre beaucoup plus énergiques si elles existent déjà, mais d'autre part, il offre également des caractères inhibiteurs en ralentissant le rythme.

4° Les cathions du troisième groupe (Sr, Ba.) sont antagonistes de ceux du second groupe et *vice versa*. Leur action est donc réversible.

5° Bien que le lithium et le sodium soient des cathions indifférents, cependant les préparations des muscles lisses vont en

[1] A. Pugliese. Contribution à la physiologie des muscles lisses ; action des ions métalliques sur le tonus et sur la fonction des muscles lisses. *Arch. ital. de Biol.*, T. XLVI, 1906 p. 371.

Digitized by Google

s'épuisant si on prolonge leur séjour dans la solution de NaCl ou de Li Cl. Si, alors que les mouvements spontanés ont définitivement cessé, on met le muscle en contact avec une solution à 0,058 % de $Ba\,Cl_2$ $\frac{m}{128}$ de $Sr\,Cl_2$, les contractions automatiques reparaissent sur une ligne de tonicité plus élevée.

E. Overton[1] a étudié l'influence des divers ions métalliques sur la contraction des muscles et insiste sur ce que les sels de *sodium* peuvent être remplacés par les sels de *lithium*, mais non pas par ceux de *potassium*, de *rubidium*, d'*ammonium;* pas plus que par ceux de *magnésium*, de *calcium*, *strontium* ou *barytum*.

[1] E. Overton. Beiträge zur allgemeinen Muskel und Nerven- physiologie. Ueber die Unentbehrlichkeit von Natrium- (oder Lithium-) ionen für die Contractionsact des Muskels, *Pfluger's Archiv*, vol. XCII, 1902, p. 346.

Digitized by Google

RECHERCHES PERSONNELLES

Notre but principal était d'étudier l'influence des différents sérums artificiels sur les contractions des uretères et, en particulier, la part d'influence de chacun des éléments constituant ces sérums. Nous avons étudié ensuite quelques autres éléments chimiques que M. Pugliese a employés dans l'étude des contractions des muscles lisses de la grenouille.

La méthode suivie dans nos expériences est celle qui a été appliquée par Mlle Stern dans ses recherches. Résumons-la en quelques mots :

Nous avons employé de préférence les cobayes, parce que les uretères des chiens, des chats et des lapins présentent moins de constance dans les phénomènes de contraction.

Comme technique, l'uretère est simplement fixé par son extrémité vésicale à un bouchon de liège flottant à la surface du liquide ; le rein, par son propre poids, descend au fond du qocal et tend l'uretère. A chaque contraction, celui-ci, en se raccourcissant, soulève le rein.

Mlle Stern ayant démontré que la température a une influence manifeste sur la production et la durée des contractions de l'uretère, nous avons eu soin dans toutes nos expériences d'employer une température constante de 42° à 43°. Dans ce but, l'uretère est immergé dans un bain-marie maintenu à une température constante au moyen d'un régulateur à gaz. On comptait le nombre de contractions par minute, et cela à des intervalles espacés de cinq en cinq minutes. Dans d'autres expériences nous avons employé la méthode graphique.

Digitized by Google

§ 1. Contractions des uretères dans la solution de Ringer

Nos premières expériences ont été faites avec la solution de Ringer[1]; un uretère étant placé dans cette solution et un second dans une solution de NaCl à 9 ‰[2], eau distillée, additionnée de l'un des éléments chimiques, constituant la solution de Ringer et cela dans la proportion indiquée par cet auteur.

Voici quelques expériences types à cet égard :

Exp. I. — *Cobaye de 170 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans la solution de Ringer, l'autre dans une solution de NaCl 9 ‰, eau distillée, additionnée de KCl 0,20 ‰. T° 43°.

	Solution de Ringer.	*Eau distillée avec du NaCl 9 ‰ + KCl 0,20 ‰.*
3 h. 45	Immersion.	Immersion.
3 h. 46	Contraction.	Immobile.
3 h. 50	3 contractions par minute.	Immobile.
3 h. 55	2 à 3 contractions par minute.	Immobile.
4 h.	3 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 05	2 contractions par minute.	*Addition de $CaCl_2$, 0,10 ‰.*
4 h. 10	2 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 15	2 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 20	Arrêt.	Immobile.
4 h. 30	L'expérience est terminée.	

[1] $CaCl_2$ 0,20 gr.; KCl 0,20; NaCl 9 ‰; $NaHCo_3$ 0,1; eau distillée 1000 cc.

[2] Le NaCl employé dans toutes nos expériences, sauf dans l'Exp. XII, était chimiquement pur.

Digitized by Google

Exp. II. — *Cobaye de 150 grammes.*

L'animal est tué par un coup sur la tête et décapité. Les uretères sont placés, l'un dans la solution de Ringer, l'autre dans l'eau distillée avec du NaCl 9 °/₀₀, additionnée de KCl 0,20 °/₀₀.

	Solution de Ringer.	*Eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀ + KCl 0,20 °/₀₀*
5 h. 17	Début.	Début.
5 h. 20	Contraction.	Faibles mouvements.
5 h. 25	2 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 30	2 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 40	3 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 50	2 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 55	Immobile.	Immobile.
6 h.	Arrêt.	Immobile.

Exp. III. — *Cobaye de 180 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans la solution de Ringer, l'autre dans une solution d'eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀, additionnée de KCl 0,20 °/₀₀. T° 42°.

	Solution de Ringer.	*Eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀ + KCl 0,20 °/₀₀.*
2 h. 10	Début.	Début.
2 h. 12	Contraction.	Immobile.
2 h. 15	1 contraction par minute.	Immobile.
2 h. 20	1 contraction par minute.	Immobile.
2 h. 30	1 à 2 contractions par minute.	Immobile.
2 h. 40	1 à 2 contractions par minute.	Immobile.
2 h. 45	Immobile.	Immobile.
2 h. 55	Immobile.	Immobile.
3 h.	Immobile.	*On transporte l'uretère dans une solution d'eau du Rhône avec du NaCl 9 °/₀₀.*
3 h. 05	Immobile.	Contractions.
3 h. 10	Immobile.	2 contractions par minute.
3 h. 15	L'expérience est interrompue.	

Digitized by Google

Exp. IV. — *Cobaye de 130 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans le liquide de Ringer, l'autre dans une solution de NaCl 9 °/₀₀, eau distillée, additionnée de $Ca\,Cl_2$ 0,20 °/₀₀. T° 42°.

	(A). *Solution de Ringer.*	(B). *Eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,20 °/₀₀.*
4 h. 23	Immersion.	Immersion.
4 h. 25	Contraction.	Immobile.
4 h. 27	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
4 h. 30	Immobile.	2 contractions par minute.
4 h. 35	Immobile.	2 contractions par minute.
4 h. 40	Immobile.	2 contractions par minute.
4 h. 50	*On transporte l'uretère dans la solution B.*	*On transporte l'uretère dans la solution A.*
4 h. 56	Contraction.	Immobile.
5 h.	1 contraction par minute.	Immobile.
5 h. 05	1 contraction par minute.	Immobile.
5 h. 10	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
5 h. 15	*On transporte l'uretère dans son milieu primitif* (A).	*On transporte l'uretère dans son milieu primitif* (B).
5 h. 20	Immobile.	Immobile.
5 h. 25	Immobile.	Immobile.
5 h. 40	Immobile.	Immobile.
5 h. 50	L'expérience est suspendue.	

Exp. V. — *Cobaye de 220 grammes.*

L'animal est tué d'un coup sur la nuque, et saigné à blanc. Les uretères sont placés, l'un dans le liquide de Ringer, l'autre dans une solution de NaCl 9 °/₀₀, eau distillée, additionnée de $MgCl_2$ 0,20 °/₀₀. T° 43°.

	(A). *Solution de Ringer.*	(B). *Eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀ + $MgCl_2$ 0,20 °/₀₀.*
4 h. 27	Début.	Début.
4 h. 30	Contraction.	Contraction.
4 h. 35	2 contractions par minute.	1 contraction par minute.
4 h. 40	2 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 45	2 à 3 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 50	2 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 55	*On transporte l'uretère dans la solution B.*	*On transporte l'uretère dans la solution A.*

Digitized by Google

4 h. 57	Contraction très faible.	Contraction énergique.
5 h.	Arrêt.	1 contraction par minute.
5 h. 05	Immobile.	Immobile.
5 h. 15	Immobile.	Immobile.

Exp. VI. — *Cobaye de 320 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans la solution de Ringer, l'autre dans une solution de NaCl 9 °/₀₀, eau distillée, additionnée de 0,50 de CO_3NaH. T° 43°.

	(A). *Solution de Ringer.*	(B). *Eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀ + CO_3NaH 0,50 °/₀₀.*
3 h. 50	Immersion.	Immersion.
3 h. 52	Contraction.	Contraction.
3 h. 55	1 contraction par minute.	Immobile.
4 h.	1 contraction par minute.	Immobile.
4 h. 05	*On fait passer un courant d'oxygène.*	*On fait passer un courant d'oxygène.*
4 h. 10	1 contraction par minute.	Immobile.
4 h. 15	1 contraction par minute.	Immobile.
4 h. 20	1 à 2 contractions par minute.	*Addition de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*
4 h. 25	Immobile.	Immobile.
4 h. 30	Immobile.	Immobile.
4 h. 35	Immobile.	*On transporte l'uretère dans un bocal contenant de l'eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀, additionnée de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀* [1].
4 h. 37	Immobile.	Contraction très énergique
4 h. 40	*Addition de 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$.*	6 contractions par minute.
4 h. 42	Contraction.	8 contractions par minute.
4 h. 45	5 contractions par minute.	7 contractions par minute.
4 h. 50	5 contractions par minute.	6-7 contractions p. minute
4 h. 55	8 contractions par minute.	7 contractions par minute.
5 h.	6-8 contractions par minute.	7 contractions par minute
5 h. 10	6 contractions par minute.	5 contractions par minute.
5 h. 12	Immobile.	5 contractions par minute.
5 h. 15	Immobile.	Immobile.
5 h. 20	Immobile.	Immobile.
5 h. 30	L'expérience est terminée.	

[1] L'action du sel de baryum sera étudiée dans un chapitre spécial, § 5.

Digitized by Google

Ces expériences (I à VI) nous montrent que la durée des contractions des uretères dans la solution de Ringer n'est pas très longue ; elle varie de 20 à 40 minutes, tandis que dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ préparée avec de l'eau du Rhône, comme nous le verrons dans les expériences suivantes, les contractions se maintiennent pendant 2 à 2 ½ heures.

Il paraît résulter de nos expériences que les solutions contenant un grand nombre d'éléments ne sont pas les plus favorables à la durée de l'automatisme des uretères, comme elles le sont pour d'autres organes, tels que l'intestin, le cœur, etc. La question de l'action des sérums artificiels sera encore reprise plus loin lorsque nous étudierons l'effet de la solution préconisée par MM. Hédon et Fleig comme milieu nutritif et excitant pour les organes isolés des mammifères, entre autres pour l'uretère.

Les expériences citées ci-dessus nous montrent également l'effet propre à certains des éléments constituant la solution de Ringer et pris isolément.

Dans les expériences I, II et III, nous voyons que l'uretère placé dans une solution de NaCl 9 °/₀₀, eau distillée additionné de KCl 0,20 °/₀₀ reste immobile tout le temps de l'expérience. En outre, l'expérience III nous montre que l'uretère, après être resté immobile pendant cinquante minutes dans le KCl, présente des contractions quand on le transporte dans une solution d'eau du Rhône avec NaCl 9 °/₀₀, ce qui prouve qu'à cette dose le potassium est inhibiteur et non toxique.

L'expérience V nous montre que l'uretère, après quelques contractions dans la solution d'eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀, additionnée de $MgCl_2$ 0,20 °/₀₀, s'arrête. Après 20 minutes d'immobilité, en transportant l'uretère dans la solution de Ringer, on fait apparaître de nouvelles contractions. On en peut conclure que le magnésium n'a eu qu'un effet inhibiteur, sans être toxique.

L'expérience VI est relative à l'action du CO_3 Na H et prouve que ce sel exerce une action inhibitrice.

En outre, un courant d'oxygène d'une part, l'addition de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ d'autre part, ont été tous deux sans effet appréciable, tandis que, lorsqu'*au bout de 45 minutes*, l'uretère a été plongé dans une solution de *NaCl 9 °/₀₀, eau distillée, additionnée de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀, on a eu des contractions très énergiques et fréquentes (6 à 8 par minute) pendant 35 minutes.* (Voir plus loin l'action du baryum.)

Digitized by Google

Quant à l'expérience IV qui a porté sur l'action du $Ca\,Cl_2$ à la dose de 0,20 °/₀₀, elle montre l'effet excitant de ce dernier élément. D'autre part, d'après les expériences I et VI et plusieurs autres qui vont suivre, nous verrons que ce sel n'a eu aucune action excitante et que l'uretère est resté longtemps immobile après l'addition du $CaCl_2$ jusqu'au moment de l'addition du $BaCl_2$.

Remarquons, en outre, que le $CaCl_2$ a été expérimenté en proportions diverses variant de 0,02 à 0,20 °/₀₀.

Il en résulte que le rôle excitant du $CaCl_2$ est sujet à des variations dont la cause ne ressort pas de nos expériences.

§ 2. Action du sérum artificiel de Hédon et Fleig[1] et de l'eau du Rhône additionnée de NaCl 9 °/₀₀

Les expériences qui vont suivre sont destinées à constater l'influence du sérum artificiel préconisé par MM. Hédon et Fleig sur la survie et la durée des contractions des uretères. Nous avons placé l'uretère témoin dans une solution physiologique de NaCl préparée avec de l'eau du Rhône.

Exp. VII. — *Cobaye de 600 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans le liquide de Hédon et Fleig, l'autre dans une solution de NaCl 9 °/₀₀, eau du Rhône. T° 43°.

	(A). *Solution de Fleig.*	(B). *Eau du Rhône NaCl 9 °/₀₀.*
10 h. 23	Immersion.	Immersion.
10 h. 24	Contraction.	Contraction.
10 h. 25	5 contractions par minute.	3 contractions par minute.
10 h. 30	4 contractions par minute. *On fait arriver un courant d'oxygène.*	3 contractions par minute. *On fait arriver un courant d'oxygène.*

[1] Composition du sérum : NaCl 6 gr. ; KCl 0,3 ; $CaCl_2$ 0,1 ; So_4Mg 0,3 ; Po_4Na_2H 0,5 ; CO_3NaH 1,5 ; glucose 1 gr. ; oxygène à saturation ; eau 1000 cc.

Digitized by Google

10 h. 35	2 contractions par minute.	1 contraction par minute.
10 h. 40	2 contractions par minute.	Immobile.
10 h. 42	Immobile.	Immobile.
	On fait de nouveau arriver un courant d'oxygène.	Immobile.
		Immobile.
10 h. 50	Immobile.	*Les contractions recommencent.*
10 h. 52	Immobile.	3 contractions par minute.
10 h. 55	Immobile.	2 contractions par minute.
11 h.	Immobile.	2 contractions par minute.
11 h. 05	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl 9 °/₀₀. Eau du Rhône.*	2 contractions par minute.
11 h. 10	Immobile.	2 contractions par minute.
11 h. 15	Immobile.	2 contractions par minute.
11 h. 17	Contraction.	2 contractions par minute.
11 h. 20	3 contractions par minute.	1 contraction par minute.
11 h. 25	1 contraction par minute.	2 contractions par minute.
11 h. 30	1 contraction par minute.	2 contractions par minute.
11 h. 35	1 contract. toutes les 2 min.	2 contractions par minute.
11 h. 40	Immobile.	2 contractions par minute.
11 h. 45	Contraction.	2 contractions par minute.
11 h. 50	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
11 h. 55	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
12 h.	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
12 h. 05	Immobile.	1 contraction par minute.
12 h. 10	Immobile.	1 contraction par minute.
12 h. 15	Immobile.	1 contr. dans 2 minutes.
12 h. 20	*Addition de 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$.*	1 contr. dans 2 minutes.
12 h. 21	Contraction énergique.	1 contr. dans 2 minutes.
12 h. 25	6 contractions par minute.	Les contr. deviennent de plus en plus espacées.
12 h. 30	5 contractions par minute.	
12 h. 35	2 contractions par minute.	*Addition de 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$.*
12 h. 40	2 contractions par minute.	Contract. très énergiques.
12 h. 45	Faibles mouvements.	3 contractions par minute.
12 h. 47	Immobile.	3-4 contract. par minute.
12 h. 50	Arrêt.	3 contractions par minute.

L'expérience est interrompue à 12 h. 50.

Exp. VIII. — *Cobaye de 600 grammes.*

L'animal est tué par un coup sur la tête et décapité. Les uretères sont placés, l'un dans le liquide de Hédon et Fleig, l'autre dans une solution de NaCl 9 °/₀₀, préparée avec de l'eau distillée et additionnée de $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀. T° 42°.

Digitized by Google

	Solution de Hédon et Fleig.	*Eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
9 h. 40	Début.	Début.
9 h. 41	Contraction.	Contraction.
9 h. 45	1 contraction par minute.	2 contractions par minute.
9 h. 50	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
9 h. 55	2 contractions par minute.	2 contractions par minute.
10 h.	2 contractions par minute.	Immobile.
10 h. 05	1 contraction par minute.	Immobile.
10 h. 10	Immobile.	Immobile.
10 h. 20	Immobile.	Immobile.
10 h. 25	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl à 9 °/₀₀. Eau du Rhône.*	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl à 9 °/₀₀. Eau du Rhône.*
10 h. 30	Immobile.	Immobile.
10 h. 35	Immobile.	Contraction énergique.
10 h. 40	Immobile.	3 contractions par minute.
10 h. 45	Contraction.	*On place l'uretère en pleine contraction dans son milieu primitif.*
10 h. 50	2 contractions par minute.	Faibles mouvements.
10 h. 55	2 contractions par minute.	Mouvements sans soulèvement du rein.
11 h.	1 contraction par minute.	L'uretère reste immobile.
11 h. 05	1 contraction par minute.	Immobile.
11 h. 10	2 contractions par minute.	Immobile.
11 h. 15	Immobile.	Immobile.
11 h. 20	1 petite contraction.	Immobile.
11 h. 25	Immobile.	Immobile.
11 h. 30	Immobile.	Immobile.
11 h. 35	Immobile.	Immobile.
11 h. 40	*Addition de 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$.*	Immobile.
11 h. 41	Contraction très énergique.	Immobile.
11 h. 45	5 contractions par minute.	Immobile.
11 h. 50	5 contractions par minute.	Immobile.

L'expérience est suspendue à 11 h. 50.

Dans l'expérience IX, nous avons préparé le liquide de Hédon et Fleig en remplaçant l'élément excitant $CaCl_2$ par le $BaCl_2$ à la dose de 0,05 °/₀₀. L'uretère témoin est placé dans la solution de ces auteurs sans changement de constitution.

Digitized by Google

Exp. IX. — *Cobaye de 420 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés dans des bocaux contenant les solutions suivantes : T° 42°.

	Solution de Hédon et Fleig.	*Solution de Hédon et Fleig, dans laquelle le $CaCl_2$ est remplacé par le $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
3 h. 17	Immersion.	Immersion.
3 h. 20	Contraction.	Contraction.
3 h. 22	1 contraction dans 2 minutes.	2 contractions par minute.
3 h. 25	1 contraction dans 3 minutes.	1 contraction par minute.
3 h. 30	Immobile.	2 contr. dans 5 minutes.
3 h. 35	Immobile.	Immobile.
3 h. 45	Immobile.	Immobile.
3 h. 50	*On transporte l'uretère dans le NaCl 9 °/₀₀. Eau du Rhône.*	*On transporte l'uretère dans le NaCl 9 °/₀₀. Eau du Rhône.*
4 h. 10	Contraction énergique.	Immobile.
4 h. 15	2 contractions par minute.	2 contractions par minute.
4 h. 20	2 contractions par minute.	1 contraction par minute.
4 h. 25	*Les contractions deviennent très espacées, 1 contraction dans 5 minutes.*	2 contr. dans 5 minutes.
4 h. 30	Immobile.	Immobile.
4 h. 40	Immobile.	Immobile.
4 h. 45	*Les contractions recommencent.*	*Les contr. recommencent.*
4 h. 50	2 contr. énergiques par min.	1 à 2 contractions très énergiques par minute.
4 h. 55	2 contractions par minute.	2 contractions par minute.
5 h. 05	2 contractions par minute.	1 à 2 contr. par minute.
5 h. 10	2 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 15	Immobile.	Arrêt.
5 h. 20	Arrêt.	Arrêt.
5 h. 25	L'expérience est terminée.	

De ces trois dernières expériences, il ressort que la durée des contractions dans le sérum de Hédon et Fleig n'a pas dépassé 25 minutes.

Cette durée est analogue à celle que nous avons obtenue avec la solution de Ringer. Ces expériences ne semblent donc pas confirmer les conclusions de ces auteurs au sujet de l'utilité

Digitized by Google

d'éléments nouveaux (Ph., S., Mg,) pour les contractions de l'uretère.

En outre, elles mettent en évidence l'inefficacité de l'oxygène.

Dans toutes ces expériences, après une période d'immobilité de 20 à 25 minutes dans le liquide de Hédon et Fleig, les uretères ont été transportés dans une solution physiologique de NaCl 9 °/₀₀ faite avec de l'eau du Rhône. Ils y sont restés immobiles pendant 12 à 20 minutes, comme pour se débarrasser de l'action des différents éléments inhibiteurs de la solution de Hédon et Fleig ; au bout de ce temps, les contractions reparaissent très énergiques, à rythme régulier, et durent encore une heure environ.

Enfin, ces expériences nous montrent de nouveau l'action excitante du $BaCl_2$. Deux heures après le commencement de l'expérience VIII, après que les contractions ont cessé dans NaCl 9 °/₀₀ et l'eau du Rhône, l'addition $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀ les fait apparaître immédiatement très énergiques et à rythme accéléré, elles durent encore 25 minutes.

L'uretère témoin est placé, dans l'expérience VII, dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ dans l'eau du Rhône et se contracte dans cette solution pendant 2 heures environ.

L'uretère témoin, dans l'expérience VIII, est placé dans le NaCl 9 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀ dissous dans l'eau distillée. Il s'y contracte pendant 15 minutes et s'arrête. Après 30 minutes d'arrêt, on le transporte dans NaCl 9 °/₀₀ avec de l'eau du Rhône, les contractions recommencent ; on laisse l'uretère se contracter pendant 10 minutes et on le place de nouveau dans son milieu primitif (eau distillée, NaCl 9 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀), les contractions s'arrêtent et ne reparaissent plus. Le $CaCl_2$ n'a donc point eu d'influence.

L'expérience IX nous montre que dans la solution de Hédon et Fleig, dans laquelle le $CaCl_2$ était remplacé par le $BaCl_2$, les contractions avaient la même durée et que, transportés après leur arrêt dans l'eau du Rhône avec NaCl 9 °/₀₀, les contractions ont reparu et ont duré plus d'une heure. Ce fait nous prouve que l'action du baryum n'est nullement toxique à la dose à laquelle nous l'avons employé (0,05 °/₀₀).

Digitized by Google

§ 3. Eau du Rhône additionnée de NaCl pur à 9 ‰

Comme il résulte des expériences VII et IX, l'uretère placé dans la solution de NaCl à 9 ‰ pur préparée avec de l'eau du Rhône, présente des contractions d'une très longue durée, pouvant se prolonger jusqu'à 2 h. ½. Il en est tout autrement lorsque la solution de NaCl 9 ‰ est faite dans l'eau distillée qui paraît avoir un effet inhibiteur. On peut constater, en effet, dans des expériences nombreuses (XIV, XV, XXI, XXII, XXIII, XXV) que la durée des contractions dans ce dernier liquide (eau distillée + NaCl 9 ‰) ne dépasse pas 10 minutes et même a offert régulièrement et presque mathématiquement cette durée.

Nous nous sommes demandé par quel élément l'eau du Rhône exerce cet effet excitant et en même temps nutritif sur l'uretère. L'analyse de l'eau du Rhône, d'après M. le professeur L. Duparc[1], est la suivante :

$Fe_2Al_2O_3$ = 0,0005	Cl = 0,0012
CaO = 0,0641	K_2O = 0,0018
MgO = 0,0106	Na_2O = 0,0027
So_3 = 0,0383	
Oxygène = en poids 0,009 — 0,0113.	

Nous avons supposé que le NaCl préparé avec de l'eau distillée n'a pas d'action de longue durée à cause de l'absence de gaz. Nous rapportons plus loin une expérience dans laquelle nous avons placé un uretère dans l'*eau distillée et oxygénée* et l'autre dans l'*eau du Rhône bouillie* dans le but d'éliminer les gaz. Dans ces expériences, la durée des contractions n'a été que très peu modifiée dans ces nouvelles conditions. D'un autre côté, la supposition que l'action est due au Ca (à très petite dose) n'est pas soutenable ; l'action excitante de ce sel n'est pas constante et même lorsqu'il se produit une excitation, celle-ci n'est jamais de très longue durée.

Tandis que dans une solution de NaCl pur 9 ‰, dans de l'eau du Rhône, nous observons, ainsi que Mlle Stern (qui a opéré avec l'eau ordinaire additionnée de NaCl 9 ‰ du commerce), des contractions durant 2 ½ à 3 heures ; dans la solu-

[1] Le lac d'Annecy. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, t. XXXI, 1894, n° 3.

Digitized by Google

tion de $CaCl_2$, préparée avec de l'eau distillée + NaCl 9 °/₀₀, les contractions ne dépassent pas la durée d'une heure. On peut donc supposer que l'eau distillée exerce une action inhibitrice sur les contractions de l'uretère.

MM. Hédon et Fleig avancent que si Mlle Stern avait obtenu des contractions des uretères de longue durée, c'est qu'elle avait employé le NaCl du commerce qui contiendrait une quantité non négligeable de Ca. En effet, en analysant ce sel du commerce, nous avons pu y déceler la présence du Ca.

En expérimentant avec le NaCl du commerce à 9 °/₀₀ préparé avec de l'eau distillée, nous avons obtenu des contractions d'une durée de 25 à 30 minutes, c'est-à-dire sensiblement plus longues qu'en employant le NaCl chimiquement pur 9 °/₀₀ avec de l'eau distillée. Mais remarquons que cette durée est très courte comparativement à celle qu'on obtient en dissolvant le NaCl pur ou du commerce dans de l'eau du Rhône. Nous en concluerons que l'eau du Rhône agit par tout l'ensemble de ses éléments ou qu'elle contient des substances ou des agents favorables à la survie et à la contraction des organes isolés. Quels seraient ces agents ? Nous n'avons pu les déterminer.

Voici des expériences relatives à l'action des gaz, du $CaCl_2$ à très faible dose et du NaCl du commerce préparé avec de l'eau distillée.

Exp. X. — *Cobaye de 340 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ pur + $CaCl_2$ 0,02 °/₀₀, dans l'eau distillée, l'autre dans une solution de NaCl pur 9 °/₀₀ dans eau du Rhône.

	Eau du Rhône avec NaCl 9 °/₀₀.	*Eau distillée avec NaCl 9 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,02 °/₀₀.*
5 h. 30	Immersion.	Immersion.
5 h. 31	Contraction.	Contraction.
5 h. 35	2 contractions par minute.	1 contraction par minute.
5 h. 40	1 contraction par minute.	4 contractions par minute.
5 h. 45	1 contraction par minute.	2 contractions par minute.
5 h. 50	1 contraction par minute.	Faibles mouvements.
5 h. 55	2 contractions par minute.	Immobile.
6 h.	Immobile.	Immobile.
6 h. 05	2 contractions par minute.	Immobile.
6 h. 10	1 contraction par minute.	Immobile.
6 h. 15	L'expérience est terminée.	

Digitized by Google

Cette expérience est destinée à montrer l'action d'une faible dose de $CaCl_2$, comparativement à l'action de l'eau du Rhône avec NaCl 9 °/₀₀. Comme on le voit, l'action du $CaCl_2$ n'est que de très courte durée, tandis que l'uretère témoin a continué à se contracter dans l'eau du Rhône sans addition de $CaCl_2$.

Exp. XI. — *Cobaye de 280 grammes.*

L'animal est tué par un coup sur la tête et décapité. Les uretères sont placés, l'un dans une solution de NaCl pur 9 °/₀₀ dans l'eau distillée et oxygénée, l'autre dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ dans l'eau du Rhône bouillie. T° 42°.

	Eau distillée et oxygénée NaCl 9 °/₀₀.	*Eau du Rhône bouillie NaCl 9 °/₀₀.*
10 h. 30	Immersion.	Immersion.
10 h. 31	Contraction.	Contraction.
10 h. 35	2 contractions par minute.	1 contraction par minute.
10 h. 40	2 contractions par minute.	1 contraction par minute.
10 h. 45	2 contractions par minute.	Immobile.
10 h. 50	Immobile.	Immobile.
10 h. 55	Immobile.	Immobile.
10 h. 57	Immobile.	*Les contractions recommencent.*
11 h.	Immobile.	1 à 2 contr. par minute.
11 h. 10	Immobile.	1 contraction par minute.
11 h. 20	Immobile.	3 contractions par minute.
11 h. 35	Immobile.	3 contractions par minute.
11 h. 40	Immobile.	1 contraction par minute.
11 h. 45	Immobile.	1 contraction par minute.

Cette expérience nous montre que la durée des contractions dans l'eau distillée et oxygénée avec NaCl 9 °/₀₀ n'est que très insensiblement augmentée relativement à ce qu'on obtient avec l'eau distillée NaCl 9 °/₀₀ non oxygénée (voir plus loin). D'un autre côté, l'eau du Rhône bouillie a provoqué des contractions durant plus d'une heure. L'action de l'oxygène ne paraît donc pas avoir une grande importance.

Exp. XII. — *Cobaye de 550 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans une solution dans l'eau distillée de NaCl 9 °/₀₀ chimiquement pur, l'autre dans une solution dans l'eau distillée de NaCl 9 °/₀₀ du commerce. T° 42°.

Digitized by Google

	Eau distillée NaCl 9 °/₀₀ pur.	*Eau distillée NaCl 9 °/₀₀ du commerce.*
4 h. 10	Immersion.	Immersion.
4 h. 11	Contraction.	Contraction.
4 h. 15	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
4 h. 20	1 contraction par minute.	2 à 3 contr. par minute.
4 h. 25	Immobile.	2 contractions par minute.
4 h. 30	Immobile.	2 contractions par minute.
4 h. 35	Immobile.	1 contraction par minute.
4 h. 40	Immobile.	1 contraction par minute.
4 h. 45	Immobile.	Immobile.
4 h. 55	Immobile.	Immobile.
5 h.	L'expérience est suspendue.	

Nous voyons dans cette expérience que le NaCl du commerce a donné des contractions pendant 30 minutes ; cette durée est beaucoup plus longue que celle de l'uretère témoin placé dans une solution de NaCl chimiquement pur.

§ 4. Action des sels de lithium

M. Pugliese, dans sa classification des différents éléments chimiques au point de vue de leur action sur l'excitabilité et la contractibilité des organes à fibres musculaires lisses, classe parmi les cathions indifférents, c'est-à-dire qui conservent l'excitabilité des fibres lisses, le *sodium* et le *lithium*.

Nous avons vu l'action du sodium dans toutes les expériences précédentes.

Voici quelques expériences faites avec le lithium :

Exp. XIII. — *Cobaye de 430 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans l'eau distillée avec du NaCl 9 °/₀₀, l'autre dans l'eau distillée avec du LiCl 9 °/₀₀. T° 42°.

	NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.	*LiCl 9 °/₀₀ eau distillée.*
3 h. 43	Immersion.	Immersion.
3 h. 45	Contraction.	Immobile.
3 h. 46	1 contraction par minute.	Contraction.
3 h. 48	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.

Digitized by Google

3 h. 50	2 contractions par minute.	Immobile.
3 h. 52	Immobile.	Immobile.
3 h. 55	Immobile.	Immobile.
4 h.	Immobile.	Immobile.
4 h. 05	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ avec de l'eau du Rhône.*	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl 9°/₀₀ eau du Rhône.*
4 h. 10	Contraction.	Immobile.
4 h. 15	2 contractions par minute.	2 à 3 contr. par minute.
4 h. 20	Immobile.	1 contraction par minute.
4 h. 25	1 contraction par minute.	1 contr. par 2 minutes.
4 h. 30	1 contraction par minute.	1 contr. dans 5 minutes.
4 h. 35	1 contraction dans 2 minutes.	1 contr. dans 5 minutes.
4 h. 45	Immobile.	Contractions très espacées.
4 h. 50	*Addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	*Addit. de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
4 h. 51	Contractions immédiates.	Contractions immédiates.
4 h. 55	7 contractions par minute.	5 à 6 contr. par minute.
5 h.	7 contractions très énergiques par minute.	8 contractions par minute.
5 h. 05	6 contractions par minute.	Mouvements faibles.
5 h. 10	5 contractions par minute.	Arrêt.
5 h. 15	Contr. faibles et fréquentes.	Immobile.
5 h. 20	Contractions incomptables.	Immobile.
5 h. 25	Arrêt.	Arrêt.

L'expérience est terminée à 5 h. 25.

Exp. XIV. — *Cobaye de 340 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans le NaCl 9 °/₀₀ eau distillée, l'autre dans le LiCl 9 °/₀₀ eau distillée. T° 42°.

	NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.	*LiCl 9°/₀₀ eau distillée.*
4 h. 55	Immersion.	Immersion.
4 h. 57	Contraction.	Contraction.
5 h.	1 contraction par minute.	1 contr. dans 2 minutes.
5 h. 05	Immobile.	1 contr. dans 2 minutes.
5 h. 10	Immobile.	Immobile.
5 h. 15	*On transporte l'uretère dans le NaCl 9 °/₀₀ eau du Rhône.*	*On transporte l'uretère dans le NaCl 9 °/₀₀ eau du Rhône.*
5 h. 18	Contraction.	Immobile.
5 h. 20	3 à 4 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 30	4 à 5 contractions par minute.	1 contraction par minute.
5 h. 35	4 à 5 contractions par minute.	2 contractions par minute.

Digitized by Google

5 h. 40	2 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 45	1 contraction par minute.	1 contr. dans 5 minutes.
5 h. 50	1 contraction par minute.	Immobile.
5 h. 55	1 contraction dans 2 minutes.	Immobile.
6 h.	Arrêt.	*On ajoute 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$.*
6 h. 02	Immobile.	7 contractions énergiques par minute.
6 h. 05	Immobile.	7 contractions par minute.
6 h. 10	*Addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	10 contr. par minute.
6 h. 11	8 contractions par minute.	10 contr. par minute.
6 h. 15	Contr. très rapprochées.	10 contr. par minute.
6 h. 20	Contractions incomptables.	Contractions faibles et très rapprochées.
6 h. 25	Faibles mouvements.	Faibles mouvements.
6 h. 27	Arrêt.	Arrêt.
6 h. 30	L'expérience est terminée.	

Il résulte de ces deux expériences que le *lithium* peut jouer le rôle d'élément conservateur de l'excitabilité de l'uretère, mais le sodium remplit ce rôle avec plus de constance.

§ 5 — Action des chlorures de Baryum et de Strontium sur les mouvements spontanés des uretères.

Exp. XV. — *Cobaye de 320 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés dans les liquides suivants à T° 43°.

	Eau distillée + NaCl 9 °/₀₀.	*Eau distillée + NaCl 9 °/₀₀.*
4 h. 50	Immersion.	Immersion.
4 h. 52	Contraction.	Contraction.
4 h. 55	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
5 h.	1 contraction par minute.	Immobile.
5 h. 05	Immobile.	
5 h. 07	*On fait arriver un courant d'oxygène.*	*On fait arriver un courant d'oxygène.*
5 h. 15	Immobile.	Immobile.
5 h. 17	*On ajoute du $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*	*Addit. de $CaCl_2$. 0,010°/₀₀*
5 h. 18	Contraction.	Immobile.
5 h. 20	1 contraction par minute.	Immobile.

Digitized by Google

5 h. 25	1 contraction par minute.	Immobile.
5 h. 30	Immobile.	Immobile.
5 h. 35	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl + $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ + $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
5 h. 36	Contraction énergique.	Contraction énergique.
5 h. 40	8 contractions par minute.	10 contr. par minute.
5 h. 42	*En pleine contraction on met de nouveau l'uretère dans le NaCl + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*	8 contractions par minute.
5 h. 43	Contraction.	8 contractions par minute.
5 h. 44	1 contraction.	7 contractions par minute.
5 h. 45	Immobile.	8 contractions par minute.
5 h. 50	Immobile.	8 contractions par minute.
5 h. 55	*On ajoute 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$.*	8 contractions par minute.
5h. 56	*Contractions immédiates.*	6 contractions par minute.
5 h. 58	6 contractions par minute.	6 contractions par minute.
6 h.	7 contractions par minute.	5 contractions par minute.
6 h. 05	14 contractions par minute.	4 contractions par minute.
6 h. 10	10 contractions par minute.	4 contractions par minute.
6 h. 15	Immobile.	Immobile.
6 h. 20	Arrêt.	Arrêt.
6 h. 30	L'expérience est terminée.	

Exp. XVI. — *Cobaye de 380 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés, l'un dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ eau distillée additionnée de 0,05 °/₀₀ de $CaCl_2$, l'autre dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ eau distillée avec du $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀. T° 43°.

	NaCl + $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀.	*NaCl + $BaCl_2$ 0.05 °/₀₀.*
3 h. 30	Début.	Début.
3 h. 31	Contraction.	Contraction.
3 h. 35	1 contraction par minute.	4 contractions très énergiques par minute.
3 h. 40	Contraction très faible.	4 contractions très énergiques par minute.
3 h. 45	Immobile.	5 contractions par minute.
3 h. 50	*On additionne encore du $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	4 contractions énergiques par minute.
3 h. 55	Faibles mouvements.	3 contractions par minute.
4 h.	Faibles mouvements.	Petites contractions.
4 h. 05	Immobile.	Arrêt.
4 h. 10	L'expérience est terminée.	

Digitized by Google

Exp. XVII. — *Cobaye de 360 grammes.*

L'animal est tué par un coup sur la tête et décapité. Les uretères sont placés tous deux dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ eau distillée. T° 43°.

	NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.	*NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.*
4 h. 25	Immersion.	Immersion.
4 h. 26	Immobile.	Contraction.
4 h. 30	Immobile.	Contraction.
4 h. 32	*On fait arriver un courant d'oxygène.*	Immobile.
4 h. 35	Immobile.	*On ajoute $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*
4 h. 40	Immobile.	Immobile.
4 h. 50	*Addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	*Addit. de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
4 h. 51	Contraction.	Contraction.
4 h. 55	7 contractions par minute.	8 contractions par minute.
5 h.	6 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 05	Immobile.	Immobile.

L'oxygène barbote tout le temps de l'expérience.

Exp. XVIII. — *Cobaye de 450 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés tous deux dans une solution de NaCl à 9 °/₀₀ préparée avec de l'eau distillée et additionnée de 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$; un uretère est disposé pour enregistrer ses contractions. T° 43°.

	NaCl + $BaCl_2$.	*NaCl + $BaCl_2$.*
3 h. 05	*Enregistrement.*	Contraction.
3 h. 10	*Une suite de contractions énergiques.*	10 contr. par minute.
3 h. 15	Bon tracé.	15 contr. par minute.
3 h. 20	Bon tracé.	15 contr. par minute.
3 h. 25	Tracé d'une moindre amplitude	8 contractions par minute.
3 h. 30	Tracé d'une moindre amplitude	7-8 contr. par minute.
3 h. 35	Arrêt.	Faibles mouvements.
3 h. 37	Arrêt.	Arrêt.

L'expérience est terminée à 3 h. 40.

Exp. XIX. — *Cobaye de 720 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés l'un dans une solution de NaCl eau distillée, additionnée de $BaCl_2$ 0,10 °/₀₀, l'autre dans la même solution, additionnée de $BaCl_2$ à 0,05 °/₀₀. T° 43°.

Digitized by Google

	NaCl + BaCl₂ 0,05 °/₀₀.	*NaCl + BaCl₂ 0,10 °/₀₀.*
4 h. 05	Immersion.	Immersion.
4 h. 06	Contraction.	Contraction.
4 h. 10	5 contractions par minute.	4 contractions par minute.
4 h. 15	6 contractions par minute.	Faibles mouvements.
4 h. 17	6 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 20	4 à 5 contr. par minute.	Arrêt.
4 h. 25	4 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 30	Contractions plus faibles.	Immobile.
4 h. 35	Contractions faibles et très rapprochées.	Immobile.
4 h. 40	Arrêt.	Immobile.
4 h. 40	L'expérience est terminée.	

Exp. XX. — *Cobaye de 405 grammes.*

L'animal est tué par décapitation, les uretères sont placés l'un dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ eau distillée additionnée de $BaCl_2$ 0,10 °/₀₀, l'autre dans cette même solution, additionnée de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀. T° 44°.

	NaCl + BaCl₂ 0,10 °/₀₀.	*NaCl + CaCl₂ 0,10 °/₀₀.*
5 h. 30	Immersion.	Immersion.
5 h. 32	Contraction.	Contraction.
5 h. 33	3 contractions par minute.	4 contractions par minute.
5 h. 35	Immobile.	4 contractions par minute.
5 h. 45	Immobile.	3 contractions par minute.
6 h.	Immobile.	3 contractions par minute.
6 h. 05	Immobile.	2 contractions par minute.
6 h. 10	Immobile.	Immobile.
6 h. 15	Arrêt.	Arrêt.
6 h. 15	L'expérience est interrompue.	

Exp. XXI. — *Cobaye de 550 grammes.*

L'animal est tué par décapitation. Les uretères sont placés l'un dans une solution de NaCl à 9 °/₀₀ eau distillée, l'autre, témoin, dans le NaCl à 9 °/₀₀ faite avec de l'eau du Rhône. T° 42°.

	NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.	*NaCl 9 °/₀₀ eau du Rhône.*
4 h. 10	Début.	Début.
4 h. 11	Contraction.	Contraction.
4 h. 15	1 contraction par minute.	2 contractions par minute.
4 h. 20	1 contraction par minute.	2 à 3 contr. par minute.
4 h. 22	Immobile.	1 contraction par minute.
4 h. 25	*Addit. de BaCl₂ 0,05 °/₀₀.*	2 contractions par minute.

Digitized by Google

4 h. 26	4 contractions par minute.	2 contractions par minute.
4 h. 30	4 à 5 contr. par minute.	2 contractions par minute.
4 h. 35	7 contractions par minute.	1 contraction par minute.
4 h. 37	Immobile.	1 contraction par minute.
4 h. 40	Immobile.	1 contraction par minute.
4 h. 45	*On le transporte dans le NaCl à 9 °/₀₀ préparé avec de l'eau du Rhône.*	1 contraction par minute.
4 h. 50	Contraction.	Immobile.
4 h. 55	2 contractions par minute.	
5 h.	3 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 05	3 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 15	2 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 25	3 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 30	2 contractions par minute.	Immobile.

Exp. XXII. — *Cobaye de 420 grammes.*

L'animal est tué par décapitation ; les uretères sont placés l'un dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ eau distillée, l'autre dans le NaCl 9 °/₀₀ eau du Rhône. T° 41°.

	NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.	*NaCl 9 °/₀₀ eau du Rhône.*
3 h. 28	Immersion.	Immersion.
3 h. 30	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
3 h. 35	1 contraction par minute.	Immobile.
3 h. 40	Immobile.	2 contractions par minute.
3 h. 50	Immobile.	2 contractions par minute.
3 h. 55	*Addition de $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	2 contractions par minute.
4 h.	Immobile.	Immobile.
4 h. 05	Immobile.	Immobile.
4 h. 10	*On ajoute encore du $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	Immobile.
4 h. 15	Immobile.	Immobile.
4 h. 20	Immobile.	Immobile.
4 h. 25	*Addit. de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	Immobile.
4 h. 28	Contraction.	Immobile.
4 h. 30	8 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 35	7 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 40	7 contractions par minute.	*Addit. de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
4 h. 45	8 contractions par minute.	Contraction immédiate.
4 h. 50	5 contractions par minute.	4 contractions par minute.
4 h. 55	Immobile.	3 contractions par minute.

Digitized by Google

5 h.	Immobile.	6 contractions par minute.
5 h. 05	Immobile.	4 contractions par minute.
5 h. 10	Immobile.	3 contractions par minute.
5 h. 15	Immobile.	Immobile
5 h. 20	Arrêt.	Arrêt.
5 h. 25	L'expérience est terminée.	

Les expériences XV à XXII nous montrent l'action du baryum dans différentes conditions.

Dans l'expérience XV, nous voyons que les uretères plongés dans le NaCl 9 °/₀₀ eau distillée, s'y contractent comme d'habitude pendant 10 minutes et après restent immobiles; un courant d'oxygène reste sans effet, l'addition de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ ne provoque également pas de contractions, tandis que l'addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀ fait apparaître au bout d'une minute des contractions très énergiques, à rythme rapide, qui durent 30 à 35 minutes environ.

L'expérience XVI nous montre le même fait ; un uretère placé dans une solution de NaCl + $CaCl_2$ 0,05 °/₀₀ dans l'eau distillée, se contracte pendant 10 minutes et reste immobile ; l'autre uretère placé dans la solution de NaCl additionnée de $BaCl^2$ 0,05 °/₀₀ présente des contractions très énergiques pendant 30 minutes.

L'expérience XVII nous montre de même l'inefficacité de $CaCl_2$ et l'action immédiate de $BaCl_2$.

Dans les expériences XIX et XX, nous avons cherché à augmenter la dose de $BaCl_2$ en la portant de 0,05 °/₀₀ à 0,10 °/₀₀.

Nous avons alors constaté qu'à cette dose les contractions ne durent que 3 à 4 minutes, tandis que l'uretère témoin placé dans un liquide avec du $BaCl_2$ à 0,05 °/₀₀ se contracte pendant 30 minutes.

L'uretère témoin, dans l'expérience XX, est placé dans le NaCl + $CaCl^4$ 0,10 °/₀₀ et s'y contracte pendant 35 minutes.

Ainsi ces expériences nous montrent que la dose de 0,05 °/₀₀ de $BaCl^2$ est la plus favorable pour produire la contractibilité des uretères. D'un autre côté, nous voyons que le $CaCl_2$ a bien agi dans l'expérience XX, tandis que dans beaucoup d'autres expériences il est resté sans effet, quoique toutes les autres conditions fussent les mêmes ; son rôle n'est donc pas constant.

L'expérience XXI est relative au fait que l'uretère, après s'être

Digitized by Google

contracté pendant 10 minutes dans le NaCl pur à 9 °/₀₀ eau distillée, s'arrête ; puis qu'additionné de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀, il donne des contractions immédiates, soit 4 à 5 contractions par minute. Au bout de 10 minutes, les contractions s'arrêtent et l'uretère reste immobile dans le $BaCl^2$ pendant 8 minutes après lesquelles on le transporte dans le NaCl 9 °/₀₀ préparé avec de l'eau du Rhône. Les contractions reparaissent et se maintiennent plus de 30 minutes. Cette expérience nous prouve qu'à cette dose l'effet du baryum n'est pas toxique et que, placé dans un autre milieu excitant, l'uretère peut se contracter de nouveau.

Dans l'expérience XXII, nous voyons de nouveau que le $CaCl^2$ est resté sans effet, et le $BaCl^2$ a provoqué immédiatement des contractions. L'uretère témoin placé dans l'eau du Rhône s'y contracte pendant 20 minutes et s'arrête, il reste immobile une heure et l'addition du $BaCl_2$ le fait contracter à l'instant.

Dans les expériences précédentes concernant l'influence du baryum, les contractions de l'uretère ont été habituellement observées à l'œil nu et non enregistrées, comme dans d'autres séries dans lesquelles nous avons employé la méthode graphique.

Or, les contractions observées à l'œil nu offraient une grande amplitude, en se succédant rapidement les unes aux autres. Dans toutes les expériences dans lesquelles nous avons eu recours à l'enregistrement, les contractions provoquées par le baryum furent très fréquentes, mais n'offrirent qu'une faible amplitude ; elles présentèrent un aspect tétaniforme : Le rythme, produit par le baryum, se change aussitôt qu'on immerge l'uretère dans une solution de NaCl 9 °/₀₀ dans l'eau du Rhône chauffée à 42°.

Nous donnons comme type de ces faits l'expérience suivante accompagnée d'une partie du graphique obtenu.

Exp. XXIII. — *Cobaye de 390 grammes.*

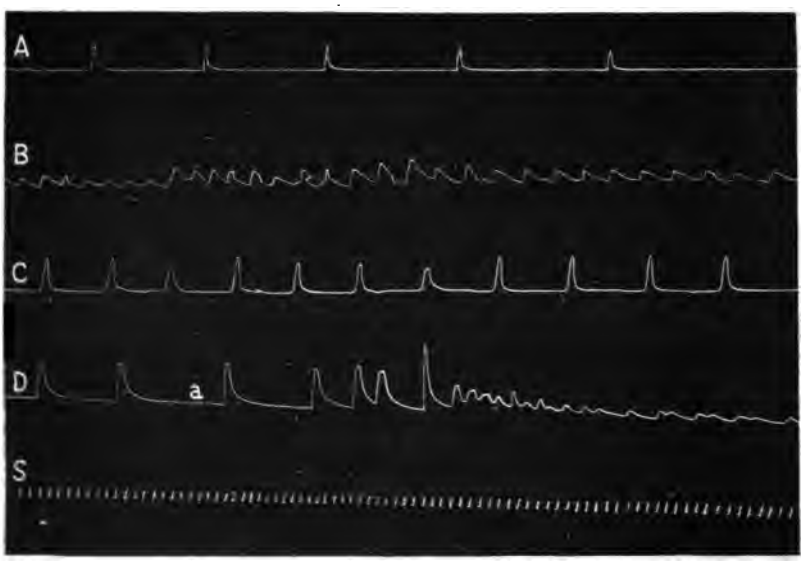
L'animal est tué par décapitation. Un uretère est placé dans le NaCl 9 °/₀₀ eau distillée et enregistré (*figure*). T° 42°.

NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.

4 h. 35		Début.
4 h. 36		Contraction.
4 h. 45		1 contraction par minute.
4 h. 50	(Fig. A.)	Immobile.
4 h. 55		*Addition de $BaCl_2$ 0,05.*
4 h. 56	(Fig. tracé B.)	Contraction.
5 h.		7 contractions par minute.

Digitized by Google

5 h. 05		8 contractions par minute.
5 h. 10	(Fig. tracé C.)	*En pleine contraction on transporte l'uretère dans le NaCl 9 °/₀₀ eau du Rhône.*
5 h. 12		Contraction énergique.
5 h. 15		2 contractions par minute.
5 h. 20		2 contractions par minute.
5 h. 22		3 contractions par minute.
5 h. 25		2 contractions par minute.
5 h. 30	(Fig. tracé D. a.)	*Addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
5 h. 32		7 contractions par minute.
5 h. 35		8 contractions par minute.
5 h. 40		8 contractions par minute.
5 h. 45		7 contractions par minute.
5 h. 50		Immobile.
5 h. 55		*On le transporte de nouveau dans le NaCl eau du Rhône.*
5 h. 58		Les contractions recommencent.
6 h. 10		Arrêt.



A. Uretère placé dans l'eau distillée + NaCl 9 °/₀₀. Les contractions au nombre de 10 à 12 s'arrêtent au bout de 10 minutes

B. Addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀ : contractions rapides tétaniformes.

C. Uretère transporté dans Eau du Rhône + NaCl 9 °/₀₀.

D. Suite du tracé C au point (a) addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀ Les contractions s'accélèrent en prenant le type tétaniforme.

S. Temps. Toutes les deux secondes.

Digitized by Google

On voit bien sur le tracé (A) que l'uretère placé à 4 h. 35 dans l'eau distillée NaCl 9 °/₀₀ s'y contracte régulièrement dix fois pendant 10 minutes jusqu'à 4 h. 45, en faisant environ une contraction par minute. A 4 h. 55 (B) l'addition de $BaCl^2$ 0,05 °/₀₀ provoque de suite des contractions rapides 7 à 8 par minute, d'apparence tétaniforme. A 5 h. 10 (C) savoir au bout de 15 minutes l'uretère, immergé dans l'eau du Rhône NaCl 9 °/₀₀ reprend des contractions à rythme régulier de 2 à 3 par minute. A 5 h. 30 (D. a.), c'est-à-dire après 20 minutes de contractions régulières, on additionne la solution de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀: les contractions reprennent le rythme spécial du baryum, 7 à 8 par minute.

§ 6 — Action du Strontium.

Exp. XXIV. — *Cobaye de 340 grammes.*

L'animal est tué d'un coup sur la tête et décapité. Les uretères sont placés l'un dans le NaCl 9 °/₀₀ eau distillée additionnée de $SrCl_2$ 0,10 °/₀₀ l'autre dans le NaCl 9 °/₀₀ additionné de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀. T°. 42°.

	Eau distillée NaCl + $BaCl_2$. 0,05 °/₀₀	*Eau distillée NaCl + $SrCl_2$.0,10 °/₀₀*
4 h. 45	Début.	Début.
4 h. 46	Contraction.	Contraction.
4 h. 50	5 à 6 contr. par minute.	1 contraction par minute.
4 h. 55	6 contractions par minute.	Immobile.
5 h.	7 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 05	6 contractions par minute.	Immobile.
5 h. 10	6 contractions par minute.	*On transporte l'uretère dans une solution de NaCl eau distillée, additionnée de 0,05 °/₀₀ de $BaCl_2$.*
5 h. 12	4 contractions par minute.	Contraction.
5 h. 15	4 contractions par minute.	5 contractions par minute.
5 h. 20	Immobile.	6 contractions par minute.
5 h. 22	Immobile.	Immobile.

Exp. XXV. — *Cobaye de 410 grammes.*

L'animal est tué par décapitation, les uretères sont placés dans le NaCl 9 °/₀₀ eau distillée T°. 42°.

Digitized by Google

	NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.	*NaCl 9 °/₀₀ eau distillée.*
3 h. 30	Début.	Début.
3 h. 32	Contraction.	Contraction.
3 h. 35	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
3 h. 38	1 contraction par minute.	1 contraction par minute.
3 h. 40	1 contraction par minute.	Immobile.
3 h. 42	Immobile.	Immobile.
3 h. 45	Immobile.	Immobile.
3 h. 50	*Addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	*Addit. de $SrCl_2$ 0,20 °/₀₀.*
3 h. 52	Contraction.	Immobile.
3 h. 55	8 contractions par minute.	Immobile.
4 h.	9 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 10	6 contractions par minute.	Immobile.
4 h. 15	4 contractions par minute.	*Addit. de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
4 h. 17	4 contractions par minute.	10 contr. par minute.
4 h. 20	Immobile.	8 contractions par minute.
4 h. 25	L'expérience est interrompue.	

Ces deux expériences XXIV et XV relatives à l'action du strontium, nous montrent que ce sel reste sans action excitante sur l'uretère, à la dose de 0,10 et 0,20 °/₀₀. Nous avons eu le même résultat dans d'autres expériences, dans lesquelles nous avons employé des doses diverses (0,05 °/₀₀ et 0,30 ou 0,40 °/₀₀). Les contractions, au contraire, apparaissent dès que l'on ajoute à la solution le $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀ ; mais ces contractions ont été moins durables que dans le bocal témoin qui ne contenait pas de $SrCl_2$.

Ainsi, nous ne pouvons pas considérer le strontium comme excitant de l'uretère et le placer dans le même groupe que le baryum comme Pugliese l'a fait pour les organes à muscles lisses de la grenouille.

Digitized by Google

CONCLUSIONS

1. Les sérums artificiels expérimentés par nous (solution de Ringer, solution de Hédon et Fleig) ne nous ont pas fourni des résultats qui permettent de les considérer comme favorables à la durée de l'excitabilité de l'uretère.

2. L'eau du Rhône, même bouillie, additionnée de NaCl pur 9 °/₀₀, a été le meilleur excitant, soit pour la durée, soit pour l'énergie des contractions, qui ont pu se prolonger plus de deux heures.

3. L'eau distillée additionnée, des mêmes doses de NaCl pur n'a point été comparable à l'eau du Rhône, sans que nous puissions déterminer la cause exacte de cette différence. Les contractions de l'uretère placé dans ce milieu ne dépassent pas 10 minutes et ont, habituellement, exactement cette durée.

4. Les sels de potassium, de magnésium, de strontium, de lithium, le bicarbonate de soude ont une influence inhibitrice sur les contractions, mais, s'ils sont à dose modérée, ils ne détruisent pas cette excitabilité qui reparaît si on plonge de nouveau l'uretère dans un milieu convenable (Eau du Rhône + NaCl 9 °/₀₀).

5. Le chlorure de calcium $CaCl_2$ aux doses de 0,02 à 0,20 °/₀₀ n'a pas toujours eu une action excitatrice.

6. Le chlorure de baryum est un puissant excitant des contractions de l'uretère qu'il réveille quand elles ont été éteintes même depuis plus d'une heure. Le rythme des contractions produites est accéléré, énergique, mais n'est pas très durable. Les contractions cessent au bout de 30 à 35 minutes. Quand on les enregistre au levier, on constate que leur amplitude est plus faible qu'il ne le semble à l'œil nu et qu'elles offrent un caractère tétaniforme.

7. En augmentant la dose de $BaCl_2$ et en la portant à 0,10 °/₀₀, on produit des contractions énergiques qui cessent au bout de 3 à 4 minutes.

8. Après la cessation des contractions provoquées par le chlorure de baryum à 0,05 °/₀₀, on voit souvent les contractions

Digitized by Google

renaître quand on immerge de nouveau l'uretère dans la solution de NaCl dans l'eau du Rhône, ce qui montre que le baryum n'a pas tué l'uretère.

9. Le chlorure de lithium employé aux mêmes doses que le NaCl peut le remplacer, les uretères se comportant de même dans ces deux solutions, en confirmation de ce que Pugliese ainsi que Overton ont observé pour les muscles lisses de la grenouille.

10. Le barbotage de l'oxygène n'a pas paru avoir un effet bien notable.

Digitized by Google

TRAVAIL FAIT AU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE
DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

ACTIVATION
DES
COMBUSTIONS MUSCULAIRES
ÉLEMENTAIRES
PAR LES EXTRAITS DES DIFFÉRENTS TISSUS ANIMAUX

THÈSE
PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

par

Mlle Caroline MOROZOWITCH

GENÈVE
Imprimerie L. Reggiani, rue Necker, 9

1907

THÈSE N° 166

Digitized by Google

Digitized by Google

I. — Introduction.

Les processus des oxydations, qui ont lieu dans l'organisme animal, ont donné lieu à un très grand nombre de recherches expérimentales et d'hypothèses. Malgré cet énorme travail nous devons constater que nos notions sur le mécanisme intime des oxydations tissulaires chez les animaux sont à peu près nulles. Nous ne parlerons pas ici des différentes hypothèses qu'on a émises pour expliquer la formation, dans les tissus, d'oxygène actif, c'est-à-dire d'oxygène capable d'oxyder des substances telles que les hydrates de carbone, qui sont difficilement attaquées par l'oxygène libre à la température ordinaire. Ces différentes hypothèses n'ont reçu jusqu'ici aucun appui expérimental, en ce qui se rapporte aux combustions qui ont lieu dans les tissus des animaux supérieurs.

Le problème des combustions organiques étant très complexe, on a cherché à le simplifier, en essayant de reproduire *in vitro* quelques réactions d'oxydation au moyen des extraits des tissus. Cette méthode a donné jusqu'ici de bons résultats dans l'étude des oxydations végétales. Sont bien connues les recherches de Bertrand sur la laccase, diastase contenue dans le latex du Rhus succedanea et d'autres plantes. La laccase est capable d'oxyder l'hydroquinone, le pyrogallol, l'acide gallique, le tannin, etc. On a de même trouvé l'existence d'autres ferments oxydants, tels que la tyrosinase qui oxyde la tyrosine, l'œnoxydase qui agit sur les matières colorantes des vins, etc.

Les recherches de MM. Bach et Chodat ont jeté une vive lumière dans l'étude de ces ferments oxydants végétaux, en montrant que l'action de ces diastases est due à la com-

Digitized by Google

binaison de deux substances: d'une oxygénase agissant à la manière d'un péroxyde et d'une péroxydase, c'est-à-dire d'un ferment activant le péroxyde.

Ces différents ferments, extraits des végétaux n'oxydent qu'un nombre limité de substances: l'acide iodhydrique, les amines aromatiques et les phénols. Ces trois catégories de corps ont de commun la présence d'hydrogène mobile, c'est-à-dire facilement oxydable dans leurs molécules. Les oxydations qui ont lieu dans les tissus sont beaucoup plus profondes. On n'a pas encore trouvé un ferment capable d'oxyder les trois groupes de substances principales qui entrent dans la constitution des organismes vivants, c'est-à-dire les substances albuminoïdes, les hydrates de carbone ou les graisses. Pour cette raison, plusieurs auteurs admettent que les ferments oxydants connus jusqu'ici n'ont pas une relation directe avec les combustions profondes qui ont lieu chez les êtres vivants, mais qu'ils sont plutôt en rapport avec des fonctions spéciales de protection, de désintoxication, etc.

Si nous passons aux recherches faites pour étudier le mécanisme des oxydations chez les animaux, nous constatons que les résultats obtenus sont peu satisfaisants. Le plus grand nombre d'expériences a été fait en oxydant, au moyen de la pulpe des tissus, l'alcool benzylique et surtout l'aldéhyde salicylique, qui sont transformés respectivement en acides benzoïque et salicylique. Ces recherches ont été faites surtout par Schmiedeberg, par Jacquet, par Salkowki, par Abelous et d'autres. On trouvera une bibliographie à peu près complète dans le livre de Pierre Sée [1]. On peut faire un grand nombre d'objections aux déductions d'ordre physiologique qu'on a voulu tirer de ces différentes recherches. L'oxydation de l'alcool benzylique et de l'aldéhyde salicylique est relativement facile et les com-

[1] Sée. Contribution à l'étude des applications thérapeutiques des oxydases et des métaux ferments. Paris 1905.

Digitized by Google

bustions qui ont lieu dans les tissus sont beaucoup plus profondes. Les quantités de ces substances oxydées par la pulpe des tissus *in vitro* est très faible par rapport à l'intensité des oxydations animales. La constitution chimique de ces corps n'a aucun rapport avec celles des substances qui sont brûlées normalement dans l'organisme. Mais on doit citer deux faits qui diminuent l'importance des recherches faites en employant l'aldéhyde salicylique comme réactif. Abelous et Aloy [1] ont constaté que les extraits d'organes oxydaient mieux l'aldéhyde salicylique dans le vide, qu'en présence d'oxygène. Or on ne comprend pas bien l'existence d'un ferment oxydant qui est gêné dans son action par la présence d'oxygène.

D'un autre côté, M. Battelli et Mlle Stern [2] ont trouvé que l'aldéhyde salicylique diminue très énergiquement les combustions des tissus *in vitro*. L'aldéhyde salicylique est donc une substance peu appropriée à l'étude des oxydations organiques.

Dans un travail récent, M. Dony-Hénault et Mlle Van Duuren [3] émettent aussi l'opinion que les expériences faites jusqu'ici en se servant de l'aldéhyde salicylique ou d'autres corps analogues, ont peu de valeur, et qu'il faut abandonner cette méthode.

M. Battelli et Mlle Stern ont pensé qu'on pourrait peut-être obtenir quelques indications sur le mécanisme des oxydations dans l'organisme animal, en étudiant avec soin la respiration élémentaire des tissus *in vitro*. Ces auteurs ont publiés une série de travaux où ils ont déterminé un certain nombre de conditions qui exercent une influence

---

[1] Abelous et Aloy. Sur quelques conditions de l'activité d'un ferment oxydant. *Soc. de Biologie*, 1903, p. 891.

[2] Battelli et Stern. Action de quelques substances sur l'activité respiratoire des tissus isolés. *Journal de physiologie et pathol. générale*, 1907, p. 228.

[3] Dony-Hénault et Van Duuren. Les oxydases dans les tissus animaux. *Archives internationales de physiologie*. Vol. v, p. 39, 1907.

Digitized by Google

sur l'intensité des combustions tissulaires. Parmi les autres résultats, ils ont constaté[1] que les échanges gazeux des muscles ont lieu par la réunion de deux substances ou de deux groupes de substances. En ajoutant de l'eau à un muscle finement broyé, une partie des substances constituantes du muscle passent en solution et constituent le résidu, lorsqu'on a éloigné l'extrait par expression à travers un linge. Or, M. Battelli et Mlle Stern ont trouvé que l'extrait et le résidu musculaire pris isolément ne présentent que des échanges gazeux très faibles. Mais si on ajoute l'extrait au résidu on a de nouveau une activité respiratoire qui est à peu prés aussi élevée que si on avait pris le muscle broyé tel quel.

Nos connaissances sur le mécanisme des oxydations tissulaires seraient certainement plus avancées si nous connaissions la nature des substances, solubles et insolubles, nécessaires pour la production de ces oxydations. L'étude des corps insolubles présentera de grandes difficultés, et il sera plus aisé de connaître la constitution des substances solubles qui activent les combustions. Ces substances ne sont pas détruites par l'ébullition, elles ne sont pas précipitées par les acides acétique et chlorhydrique dilué, elles dialysent, sont précipitées par l'alcool et peuvent être réduites à l'état sec sans perdre leur propriété.

Avant d'aborder l'étude de la constitution chimique de ces substances, nous avons pensé qu'on aurait peut-être une indication sur leur nature et sur le rôle qu'elles jouent dans l'organisme animal en recherchant si elles existent dans les différents tissus. C'est le but que nous nous sommes proposé dans ce travail.

---

[1] Battelli et Stern. Recherches sur les processus des combustions élémentaires dans les muscles isolés. *Soc. de Biologie*, t. LXII, p. 958, 1907.

Id. Activation des oxydations organiques par les extraits des tissus animaux. *Soc. de Biologie*, t. LXII, p. 1110, 1907.

Digitized by Google

II. — Méthode.

Dans nos recherches, ainsi que nous l'avons déjà dit, nous avons examiné les échanges respiratoires du résidu musculaire additionné de l'extrait aqueux de différents tissus. Nous exposerons tout à l'heure la manière d'après laquelle nous préparons le résidu et les extraits. La méthode employée est essentiellement la suivante. A une certaine quantité de résidu musculaire on ajoute un volume donné d'extrait tissulaire; on alcalinise légèrement et on soumet le mélange à une agitation énergique à la température de 38° environ, en présence d'une atmosphère d'O^2. A la fin de l'expérience, dont la durée est de 30 minutes, on dose la quantité d'O^2 absorbé et la quantité de CO_2 dégagé.

Nous allons décrire un peu en détail les différentes parties de la méthode.

Préparation du résidu musculaire.

Le muscle est choisi aussi frais que possible. Malheureusement, les tissus qui nous étaient fournis par l'abattoir ne nous parvenaient qu'une heure ou même davantage après la mort de l'animal. Le muscle est finement broyé au moyen d'une hacheuse, et on y ajoute 1,5 volume d'eau. Après avoir agité le mélange, on exprime à travers un linge à l'aide d'une presse ordinaire. Ce qui reste dans le linge constitue le résidu, dont le poids est d'un tiers environ inférieur à celui du muscle employé. Le résidu du diaphragme de bœuf est moins humide que celui de cheval ou de chien. Le résidu musculaire doit être employé aussi vite que possible après sa préparation. Pour obtenir des valeurs élevées des échanges gazeux, nous avons employé des quantités assez grandes de résidu musculaire. Dans la

Digitized by Google

majorité des cas, le poids du résidu atteignait 25 ou 30 grammes. A chaque gramme de résidu on ajoutait 2,5 cc. de liquide.

Préparation des extraits tissulaires.

Les tissus sont pris aussi vite que possible après la mort. Après les avoir finement broyés au moyen d'une hacheuse, on ajoute 1,5 ou 2 volumes d'eau et on agite pendant 5 ou 10 minutes. On exprime ensuite à travers un linge à l'aide de la presse s'il s'agit d'un muscle, ou bien on comprime le linge simplement avec la main quand il s'agit d'un tissu peu résistant, tel que le foie, le cerveau, etc. L'extrait est soumis à une centrifugation rapide pour séparer les plus gros débris tissulaires. On obtient ainsi un liquide trouble.

M. Battelli et Mlle Stern [1] ont démontré que les extraits de plusieurs tissus tels que la rate, le testicule, etc., diminuent plus ou moins énergiquement les échanges gazeux musculaires. L'action inhibitrice est abolie si on soumet ces extraits à l'ébullition; en outre, les substances inhibitrices sont précipitées par les acides acétique ou chlorhydrique. D'un autre côté, les substances qui activent les combustions musculaires ne sont pas précipitées par les acides et ne sont pas détruites par l'ébullition.

Par conséquent, dans un grand nombre d'expériences, nous avons fait bouillir les extraits des tissus, ou nous les avons soumis à la centrifugation, après les avoir acidifiés. Les extraits, traités de cette manière, devaient conserver les substances activantes que nous étudions ici, et ne devaient plus contenir les substances inhibitrices.

---

[1] Battelli et Stern. Action des différents tissus animaux sur le pouvoir oxydant des muscles. *Soc. de Biologie*, t. LXII, p. 596, 1907.

Id. Nouvelles recherches sur l'action que les différents tissus animaux exercent vis-à-vis de la respiration musculaire. *Ibid*., t. LXII, p. 832, 1907.

Digitized by Google

Appareil agitateur.

Il a été décrit en détail dans le premier mémoire[1] publié par M. Battelli et Mlle Stern sur la respiration élémentaire des tissus. Nous n'en répéterons pas ici la description. Cet appareil a l'avantage de pouvoir soumettre à une agitation simultanée plusieurs flacons, contenant les tissus, de manière que ceux-ci se trouvent dans les mêmes conditions. Les expériences sont ainsi tout à fait comparables.

Pendant toute la durée de l'agitation, la base des flacons plonge dans l'eau contenue dans une caisse en zinc. La température de l'eau est maintenue à 38° environ. La capacité des flacons était généralement de 350 cc. environ.

Introduction de l'oxygène dans les ballons.

Les échanges gazeux étant plus élevés dans une atmosphère d'O^2 pur que dans l'air, les ballons sont remplis d'O^2 avant d'être soumis à l'agitation.

Après avoir introduit le résidu et le liquide dans le ballon, on y fait rapidement le vide au moyen d'une trompe à eau. On y laisse ensuite entrer de l'O^2 pur.

Dosage des gaz.

Le dosage de la quantité d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé était fait de la même manière que celle décrite par M. Battelli et Mlle Stern dans leur premier mémoire. Chaque ballon est mis en communication avec une burette de Hempel, reliée elle-même à un second tube en verre. Les deux tubes sont en partie remplis d'eau, de manière que la burette de Hempel fonctionne comme manomètre. Avant de commencer l'expérience, on plongeait les ballons dans le bain d'eau, où ils étaient maintenus jusqu'à ce que le

[1] Battelli et Stern. Recherches sur la respiration élémentaire des tissus. *Journal de physiologie et de pathol. générale*, 1907, p. 1.

Digitized by Google

volume de gaz à l'intérieur des ballons fût devenu constant. On sortait alors en partie les ballons et on les soumettait à l'agitation. A la fin de l'expérience on plongeait de nouveau les ballons dans le bain d'eau. Une simple lecture du niveau du liquide dans la burette de Hempel indiquait en centimètres cubes l'augmentation ou la diminution subie par le volume du gaz dans l'intérieur du ballon. On procédait ensuite au dosage du CO^2 par la méthode habituelle. Par un calcul très simple on connaissait le volume d'oxygène absorbé par le tissu.

III. — Expériences préliminaires.

Avant d'étudier l'action de l'extrait des différents tissus sur le résidu musculaire, nous avons fait un certain nombre d'expériences préliminaires pour déterminer l'activité des échanges gazeux du résidu et de l'extrait pris isolément. Nous avons examiné principalement le diaphragme de bœuf et de cheval; dans un petit nombre de cas, nous avons employé en outre les muscles de pigeon et de chien.

Dans toutes les expériences, l'extrait et le résidu ont été préparés en ajoutant à 1 gr. de tissu broyé 1,5 cc. d'eau. D'une manière approximative on peut dire que 40 gr. de muscle de bœuf fournissent 30 gr. environ de résidu, et 70 cc. environ d'extrait. Le résidu était additionné de 2,5 volumes d'eau, et le mélange alcalinisé par du carbonate ou du phosphate de Na.

Les résultats sont exposés dans le tableau I.

Digitized by Google

TABLEAU I

Activité respiratoire du résidu et de l'extrait de quelques muscles. La durée de l'agitation des ballons est de 30′ environ dans toutes les expériences. Chez le bœuf et le cheval on a pris toujours le diaphragme, chez le chien et le pigeon on a mélangé les muscles de différentes parties du corps.

Nature de l'extrait ou du résidu	Quantité d'extrait ou de résidu	Substance ajoutée	O_2 absorbé	CO_2 dégagé
			cm³	cm³
1. Résidu du diaphragme de bœuf	25 gr.	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	2	3
2. id.	»	»	0	0
3. id.	»	»	6	0
4 id.	»	»	0	0
5. id.	30 gr.	»	11	5
6. id.	25 gr.	»	4	0
7. id.	»	»	13	8
8. id.	»	»	9	5
9. id.	»	»	15	9
10. Résidu du diaphragme de cheval	»	»	6	3
11. id.	»	»	5	2
12. id.	»	»	14	12
13. id.	»	»	5	2
14. Résidu du muscle de chien	25 gr.	Na_2HPO_4 à $^1/_{100}$	9	4
15. id.	»	»	6	3
16. id.	»	»	4	3
17. Résidu du muscle de pigeon	15 gr.	»	15	13
18. id.	»	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	8	12
19. id.	»	Na_2CO_3 à $^4/_{1000}$ + Na_2HPO_4 à $^1/_{100}$	9	10
20. Extrait du diaphragme de bœuf	60 cc.	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	5	9
21. id.	»	»	4	9
22. id.	»	»	4	4
23. Extrait du diaphragme de cheval	»	»	3	8
24. id.	»	»	3	8
25. Extrait du muscle de pigeon	»	»	6	8

Les résultats rapportés dans le tableau I démontrent que les échanges gazeux des extraits musculaires sont très faibles.

L'activité respiratoire du résidu musculaire paraît être un peu différente, suivant l'espèce animale à laquelle on

Digitized by Google

s'adresse. Le résidu musculaire de bœuf présente souvent des échanges gazeux presque nuls; mais dans quelques cas, ces échanges deviennent assez appréciables. L'activité respiratoire du résidu musculaire de cheval, de chien et de pigeon est généralement d'une intensité médiocre. Cette différence entre le résidu musculaire de bœuf et celui des autres animaux au point de vue de l'activité respiratoire résiduale est due probablement au fait que le résidu de bœuf peut être obtenu moins humide que les autres résidus. Le résidu musculaire de bœuf est ainsi débarrassé davantage des substances qui passent en solution dans l'extrait. D'après ce résultat, il sera donc avantageux de s'adresser au muscle de bœuf lorsqu'on veut obtenir un résidu musculaire, dont les échanges gazeux soient réduits à de très faibles proportions.

IV. — Influence du sang sur les échanges gazeux du résidu musculaire.

Dans ces expériences nous avons étudié l'action du sang total, l'action des globules lavés et du sérum pris isolément. Le sang était privé de fibrine par le battage. Les globules étaient débarrassés de la plus grande partie de sérum sanguin, en ajoutant au sang deux volumes d'eau salée et en soumettant le tout à une centrifugation énergique. Le sédiment des globules était ensuite ramené au volume primitif du sang par addition d'eau simple ou d'eau salée. Le sérum de chien ou de bœuf était aussi obtenu par centrifugation, en ajoutant 35 cc. d'eau salée à 100 cc. de sang. Le sérum était ainsi dilué à $^2/_3$ environ. Le sérum de cheval était au contraire pur, car il se sépare spontanément par le dépôt des globules rouges.

Le sang ou les globules étaient agités énergiquement en présence de l'air avant d'être ajoutés au résidu musculaire, de manière que l'hémoglobine était saturée d'O^2.

Digitized by Google

Nous n'avons pas fait d'expériences de contrôle avec le sang seul, parce qu'on sait que l'activité respiratoire du sang est extrêmement faible.

Les résultats sont rapportés dans le tableau II.

TABLEAU II

Influence du sang ou de ses parties constituantes. La durée de l'agitation est de 30 minutes.

Quantité de résidu	Sang ou ses parties constituantes	Quantité d'extrait	Alcalins	O_2 absorbé	CO_2 dégagé
				cm³	cm³
1. 25 gr. (bœuf)			Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	0	0
id.	globules (cheval)	70 cc.	»	23	20
id.	glob. bouillis (cheval)	»	»	7	3
2. 25 gr. (bœuf)	serum (cheval)	30 cc.	»	8	11
id.	globules (cheval)	60 cc.	»	32	30
3. 25 gr. (bœuf)	serum (cheval)	30 cc.	»	3	2
4. 30 gr. (bœuf)	serum (chien)	70 cc.	Serum	22	15
id.	globules (chien)	»	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	42	28
5. 30 gr. (bœuf)			»	11	5
id.	sang (chien)	»	Sang chien	25	16
6. 30 gr. (bœuf)	sang (chien)	»	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	32	19
id.	serum (chien)	»	Serum	16	16
id.	glob. lavés (chien)	»	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	29	20
7. 30 gr. (bœuf)			»	11	5
id.	globules (mouton I)	»	»	31	18
id.	globules (mouton II)	»	»	31	17
8. 30 gr. (bœuf)	sang (mouton I)	»	»	20	18
9. 30 gr. (bœuf)			»	2	1
id.	glob. lavés (mouton)		»	12	8
id.	sang (mouton)		»	11	13
10. 25 gr. (bœuf)			»	0	0
id.	sang (lapin)	55 cc.	Sang lapin	18	15
11. 30 gr. (bœuf)			Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	4	3
id.	globules (bœuf)	30 cc.	»	7	6
id.	globules (bœuf)	60 cc.	»	13	10
id.	serum de bœuf à $^2/_3$	»	Serum	7	11
12. 30 gr. (bœuf)			Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	7	1
id.	glob. lavés (bœuf)	70 cc.	»	27	16
id.	serum à $^1/_2$ (bœuf)	»	Serum	11	8
13. 30 gr. (bœuf)			Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	18	12
id.	glob. lavés (bœuf)	10 cc.	»	21	15
id.	id.	30 cc.	»	23	16
id.	id.	60 cc.	»	23	16

Digitized by Google

Les expériences du tableau II démontrent que le sang augmente les échanges gazeux du résidu musculaire. Dans quelques cas l'augmentation est assez élevée, dans d'autres cas, au contraire, elle est très faible. L'activation est presque complètement due aux globules rouges. En effet, les globules lavés agissent à peu près comme le sang total et en outre le sérum seul paraît être dépourvu presque complètement de la propriété d'augmenter les échanges gazeux du résidu.

Nous n'avons pas fait de recherches spéciales pour déterminer si l'activation est due à l'hémoglobine ou bien à la présence d'autres substances.

L'augmentation des échanges gazeux du résidu musculaire, produite par l'addition du sang ou des globules lavés, a été beaucoup moins prononcée que celle qu'on obtient en ajoutant au résidu l'extrait des muscles. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les résultats rapportés dans le tableau II à ceux qui seront exposés dans le tableau IV.

V. — Influence du lait, de l'urine et de la bile sur les échanges gazeux du résidu musculaire.

Nous avons employé l'urine humaine, la bile de bœuf ou de porc et le lait de vache. Dans quelques expériences ces liquides ont été employés frais. Dans d'autres cas on les a préalablement soumis à l'ébullition, dans le but de détruire les substances inhibitrices des oxydations musculaires qui pourraient s'y trouver. La quantité totale du liquide était toujours de 2,5 cm³ pour 1 gr. de résidu musculaire.

Les résultats sont exposés dans le tableau III.

Digitized by Google

TABLEAU III

Influence du lait, de l'urine et de la bile.
La durée de l'agitation est de 30 minutes.

Quantité de résidu	Nature de l'extrait	Quantité d'extrait	Alcalins	O_2 absorbé	CO_2 dégagé
				cm³	cm³
1. 25 gr. (bœuf)	Lait de vache frais	10 cc.	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	4	0
2. 30 gr. (bœuf)	Lait de vache bouilli	20 cc.	»	10	5
3. 30 gr. (bœuf)	id.	70 cc.	»	12	12
4. 25 gr. (bœuf)			»	13	8
id.	Lait de vache frais	30 cc.	»	7,5	7,5
id.	id.	70 cc.	»	9,5	12,5
id.	Lait de vache bouilli	30 cc.	»	9	9
id.	id.	70 cc.	»	8,5	13
5. 30 gr. (bœuf)	Urine humaine bouillie D = 1018	20 cc.	»	15	11
id.	id.	70 cc.	»	10	13
6. 30 gr. (bœuf)	Urine humaine fraîche D = 1024	10 cc.	»	12	10
id.	id.	30 cc.	»	11	11
7. 30 gr. (bœuf)			»	13	8
id.	Urine humaine fraîche D = 1021	30 cc.	»	13	17
id.	id.	70 cc.	»	6	15,5
8. 30 gr. (bœuf)			»	4	3
id.	Bile de bœuf	10 cc.	»	0	0
id.	id.	30 cc.	»	0	0
9. 30 gr. (bœuf)			»	17	13
id.	Bile de porc	30 cc.	»	9	19
id.	id.	10 cc.	»	2	4

Les résultats du tableau III démontrent que l'addition de l'urine humaine et du lait de vache ne produit qu'une augmentation faible ou nulle de l'activité respiratoire du résidu musculaire.

La bile, comme il fallait s'y attendre, non seulement n'augmente pas les échanges gazeux du résidu musculaire, mais elle peut les annihiler, quand ils existent. M. Battelli et Mlle Stern[1] ont démontré que la bile exerce sur les oxydations musculaires une action inhibitrice très prononcée due surtout à la présence des sels biliaires.

[1] Battelli et Stern. Action de la bile sur les échanges gazeux des muscles isolés. *Soc. de Biologie*, 1907.

Digitized by Google

VI. — Influence de l'extrait musculaire de différentes espèces animales.

Nous avons étudié l'action des extraits musculaires de bœuf, de cheval, de lapin et de cobaye. Comme nous l'avons déjà dit, ces extraits ont été obtenus en ajoutant à chaque gramme de muscle broyé 1,5 cm³ d'eau ou d'une solution de Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$. On exprimait ensuite le mélange à travers un linge. Quarante grammes de muscle fournissent 70 cm³ environ d'extrait. Les muscles ont été pris aussi frais que possible. Dans la majorité des expériences, les extraits ont été ajoutés tels quels au résidu musculaire de bœuf; dans quelques cas, ces extraits ont été soumis préalablement à l'ébullition.

Les résultats sont rapportés dans le tableau IV.

Digitized by Google

TABLEAU IV

Influence de l'extrait musculaire de différentes espèces animales. La durée de l'agitation est de 30 minutes.

Quantité de résidu	Nature de l'extrait	Quantité d'extrait	Alcalins	O_2 absorbé	CO_2 dégagé
				cm³	cm³
1. 25 gr. (bœuf)			Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	4	0
id.	Extrait frais de muscle de bœuf	70 cc.	»	42	38
2. 30 gr. (bœuf)			»	1	0
id.	Extrait frais de muscle de bœuf	»	»	33	33
3. 25 gr. (bœuf)			»	0	0
id.	Extrait de muscle de bœuf	»	»	45	38
4. 20 gr. (bœuf)			»	0	0
id.	Extrait de muscle de bœuf	60 cc.	»	26	28
5. 25 gr. (bœuf)			»	2	3
id.	Ext. carbonaté de muscle de bœuf	50 cc.	»	43	42
6. 25 gr. (bœuf)			»	0	0
id.	Ext. carbonaté de muscle de bœuf	10 cc.	»	6	5
id.	id.	30 cc.	»	38	36
id.	id.	60 cc.	»	53	46
7. 25 gr. (bœuf)			»	6	0
id.	Ext. carbonaté de muscle de bœuf	»	»	50	44
8. 25 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de muscle de bœuf	»	»	43	35
9. 25 gr. »	id.	55 cc.	»	32	30
10. 25 gr. »	id.	70 cc.	»	44	33
11. 30 gr. »	Extrait frais de muscle de bœuf	»	»	50	45
12 25 gr. »			»	1	1
id.	Extrait de muscle de bœuf	60 cc.	»	44	40
13. 25 gr. »	Extrait frais de muscle de cheval	»	»	49	45
14. 25 gr. »	id.	»	»	39	40
15. 25 gr. »	id.	»	»	24	25
16. 25 gr. »	id.	»	»	37	38
17 23 gr. »	Extrait frais de muscle de lapin	70 cc.	»	30	33
18. 30 gr. »	id.	»	»	44	43
19. 25 gr. »	id.	60 cc.	»	19	28
20. 25 gr. »	id.	»	»	45	50
21. 30 gr. »	Extrait frais de muscle de cobaye	70 cc.	»	41	39
22. 25 gr. »	id.	60 cc.	»	30	31
23. 30 gr. »	Extrait frais de muscle de chien	70 cc.	»	38	35
24. 25 gr. »	id.	60 cc.	»	26	25

Les résultats du tableau IV démontrent que les extraits musculaires des différentes espèces animales produisent une élévation très considérable de l'activité respiratoire du résidu musculaire de bœuf. Cette augmentation est

Digitized by Google

d'autant plus appréciable que la quantité d'extrait ajouté est plus grande.

Les extraits musculaires de bœuf ou de cheval sont plus favorables que l'extrait de chien. Quant aux extraits des muscles de lapin et de cobaye, nous n'avons pas fait d'expériences comparatives pour pouvoir dire si leur action est aussi prononcée que celle de l'extrait musculaire de bœuf. L'ébullition ne paraît pas diminuer d'une manière bien appréciable l'influence activante de l'extrait musculaire, mais nos expériences sur ce point spécial sont trop peu nombreuses pour pouvoir affirmer d'une manière certaine l'exactitude de ce résultat. L'extrait musculaire est aussi actif lorsqu'on a ajouté au muscle broyé de l'eau simple que lorsqu'on l'a traité par l'eau carbonatée.

Si on compare l'influence favorisante de l'extrait musculaire avec celle de l'extrait des autres tissus, on constate que c'est l'extrait musculaire de bœuf ou de cheval qui est doué de l'action favorisante plus énergique.

VII. — Influence des extraits de foie, de rein et de pancréas.

Les extraits de ces organes ont été faits de la manière suivante. Le tissu, après avoir été finement broyé, était additionné, pour chaque gramme, de 1,5 cc. d'eau. On agitait pendant quelques minutes, et on exprimait ensuite le mélange à travers un linge, qu'on comprimait avec les mains. La pression sur le linge doit être modérée, lorsqu'il s'agit de tissus peu résistants, comme c'est le cas pour les organes glandulaires. Si on soumet, par exemple, la bouillie du foie ou du rein à une pression un peu élevée, il ne reste presque rien dans le linge, et l'extrait renferme la plus grande partie des cellules ou des débris cellulaires de l'organe.

Dans quelques expériences, les extraits ont été ajoutés tels quels au résidu musculaire de bœuf; dans d'autres expériences, ils ont été préalablement portés à une tem-

Digitized by Google

pérature élevée. Dans quelques cas, les extraits ont été additionnés d'acide acétique (acidité de 1,5 p. 1000 environ) et soumis à la centrifugation. On obtenait ainsi un liquide bien limpide, qui était neutralisé par de la soude caustique avant d'être ajouté au résidu musculaire. L'extrait, traité par l'acide acétique et centrifugé, est indiqué dans le tableau sous la forme abrégée de centrifugat acétique.

Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau V.

TABLEAU V

Influence des extraits de foie, de rein et de pancréas.
La durée de l'agitation est de 30 minutes.

Quantité de résidu	Nature de l'extrait	Quantité d'extrait	Alcalins	O_2 absorbé	CO_2 dégagé
				cm³	cm³
1. 25 gr. (bœuf)	Extrait frais de foie de bœuf	60 cc.	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	23	13
2. 30 gr. (bœuf)	id.	50 cc.	»	21	13
3. 25 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de foie de bœuf	50 cc	»	33	23
id.	Centrifugat acétique de foie de bœuf	50 cc.	»	32	28
4. 20 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de foie de cheval	50 cc	»	5	0
5. 20 gr. (bœuf)			»	0	0
id.	Centrifugat acét. de foie de cheval	50 cc.	»	11	5
6. 25 gr. (bœuf)	Extrait frais de foie de chien	60 cc.	»	19	10
7. 25 gr. (bœuf)	id.	70 cc.	»	28	20
8. 30 gr. (bœuf)	id.	70 cc.	»	25	21
9. 25 gr. (bœuf)	Centrifugat acétique de foie de chien	35 cc.	»	16	8
10. 25 gr. (bœuf)	Extrait frais de foie de lapin	60 cc	»	36	38
11 25 gr. (bœuf)	id.	50 cc.	»	32	28
12. 25 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de foie de lapin	50 cc.	»	26	20
13. 25 gr. (bœuf)	Extrait frais de foie de mouton	60 cc.	»	27	17
14. 20 gr. (bœuf)	Centrifugat acét. de foie de mouton	50 cc.	»	15	11
15. 20 gr. (bœuf)			»	0	0
id.	Extrait bouilli de rein de cheval	50 cc.	»	4	0
id.	Centrifugat acét. de rein de cheval	50 cc.	»	4	1
16. 30 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de rein de cheval	70 cc.	»	7	5
17. 25 gr. (bœuf)	Extrait frais de rein de cheval	60 cc.	»	8	5
18. 25 gr. (bœuf)	Extrait carbonaté de rein de cheval	35 cc.	»	16	13
19. 25 gr. (bœuf)	Extrait frais de rein de chien	35 cc.	»	20	13
20. 25 gr. (bœuf)	id.	50 cc.	»	24	21
21. 25 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de rein de lapin	25 cc.	»	7	3
22. 25 gr. (bœuf)	Extrait frais de pancréas de bœuf	60 cc.	»	17	23
23. 30 gr. (bœuf)	id.	70 cc.	»	16	30
id.	Extrait bouilli de pancréas de bœuf	70 cc.	»	21	18
24. 30 gr. (bœuf)	id.	35 cc.	»	16	13
id.	id.	70 cc.	»	25	21,5

Digitized by Google

Les expériences du tableau V démontrent que les extraits de foie, de rein et de pancréas n'activent jamais les échanges gazeux du résidu musculaire aussi énergiquement que le font les extraits des muscles. En effet, nous avons vu, au chapitre VI, que 30 gr. de résidu additionné de 70 cm^3 d'extrait de muscle absorbent souvent, en trente minutes, 40 ou même 50 cm^3 d'O^2. Dans le tableau V, les valeurs sont moins élevées. Toutefois, les extraits de foie, de bœuf, de chien ou de lapin, les extraits de rein de chien, les extraits de pancréas de bœuf augmentent encore d'une manière bien nette l'activité respiratoire du résidu musculaire. Cette propriété n'est pas perdue lorsqu'on soumet les extraits à l'ébullition ou bien qu'on les débarrasse des substances qui sont précipitées par l'acide acétique. Le foie et le rein de cheval fournissent des extraits qui ont une influence peu marquée sur l'activité respiratoire du résidu musculaire. Cet effet peu marqué ne paraît pas dû à la présence des substances inhibitrices, car l'ébullition des extraits ou la précipitation par l'acide acétique n'augmentent pas leur action.

VIII. — Influence des extraits de cerveau, de rate, de poumon, de thyroïde, de capsules surrénales, de testicules.

Les extraits de ces différents tissus ont été préparés en procédant de la même manière que pour les extraits de foie ou de rein.

Les extraits de cerveau, de rate et de poumon ont été fournis par un organe provenant d'un seul animal. Pour préparer les extraits des autres tissus, on a mélangé, à cause de leur faible poids, les organes appartenant à plusieurs individus de la même espèce.

Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau VI.

Digitized by Google

TABLEAU VI

Influence des extraits de cerveau, de rate, de poumon, de thyroïde, de capsules surrénales, de testicules. La durée de l'agitation des flacons a été de 30 minutes dans toutes les expériences.

Quantité de résidu	Nature de l'extrait	Quantité d'extrait	Alcalins	O_2 absorbé	CO_2 dégagé
				cm³	cm³
1. 30 gr. (bœuf)	Extrait frais de cerveau de chien	70 cc.	Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	15	8
2. 30 gr. »	Extrait bouilli de cerveau de chien	»	»	35	20
3. 25 gr. (chien)	Extrait frais de cerveau de chien	50 cc.	Na_2HPO_4 à $^1/_{100}$	8	5
4. 30 gr. (bœuf)			Na_2CO_3 à $^5/_{1000}$	12	6
id.	Extrait bouilli de cerveau de chien	70 cc.	»	30	26
5. 25 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de rate de mouton	40 cc.	»	14	11
id.	Centrifugat acétique de rate de mouton	»	»	15	10
6. 25 gr (bœuf)	Extrait bouilli de rate de mouton	60 cc.	»	17	10
id.	id.	30 cc.	»	13	8
id.	Centrifugat de rate de mouton	»	»	11	5
7. 25 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de rate de cheval	60 cc.	»	12	4
id.	Centrifugat acétique de rate de cheval	»	»	8	3
8. 30 gr. (bœuf)	Extrait bouilli de poumon de chien	70 cc.	»	16	8
9. 30 gr. »			»	3	1
id.	Extrait bouilli de poumon de cheval	70 cc.	»	7	5
10. 30 gr. (bœuf)			»	19	12,5
id.	Extrait bouilli de poumon de cheval	35 cc.	»	16	10
id.	id.	70 cc.	»	13	9
11. 30 gr. (bœuf)	Extrait frais de thyroïde de bœuf	60 cc.	»	8	3
12. 26 gr. »	id.	»	»	6	4
13. 30 gr. »	id.	70 cc.	»	16	8
id.	Extrait bouilli de thyroïde de bœuf	»	»	13	8
14. 25 gr. (bœuf)	Ext. frais de surrénale corticale de bœuf	60 cc.	»	12	6
15. 25 gr. (bœuf)	id.	25 cc.	»	10	5
id.	Ext. frais de surrénale médullaire de bœuf	15 cc.	»	18	7
16. 30 gr. (bœuf)			»	5	2
id.	Ext. bouilli de surrénale médull. de bœuf	35 cc.	»	23	6
id.	Ext. frais de surrénale corticale de bœuf	70 cc.	»	11	5
id.	Ext. bouilli de surrénale corticale de bœuf	»	»	8	3
17. 30 gr. (bœuf)			»	4	3
id.	Extrait frais de testicule d'agneau	»	»	11	9
id.	Extrait bouilli de testicule d'agneau	»	»	13	8
18. 30 gr. (bœuf)			»	17	13
id.	Extrait bouilli de testicule d'agneau	»	»	24	20
19. 30 gr. (bœuf)			»	19	12,5
id.	Extrait bouilli de testicule d'agneau	35 cc	»	21	13
id.	id.	70 cc.	»	29	20,5

Digitized by Google

En examinant les résultats rapportés dans le tableau VI, on constate que parmi les organes étudiés ici, seul le cerveau de chien fournit un extrait qui soit capable d'augmenter les échanges gazeux du résidu musculaire. L'extrait de cerveau soumis à l'ébullition agit mieux que l'extrait frais, parce que celui-ci renferme des substances qui inhibent les combustions organiques. La rate, le poumon, la thyroïde, le testicule, la substance corticale des capsules surrénales donnent des extraits dont l'influence sur l'activité respiratoire des muscles est très faible. En employant la substance médullaire des capsules surrénales, on obtient une augmentation dans l'absorption d'oxygène, mais cette absorption est due à l'oxydation directe de l'adrénaline en présence du carbonate de Na. En effet, on obtient un résultat à peu près semblable, si on agite une solution d'adrénaline en milieu alcalin et en l'absence de tout tissu.

IX. — Conclusions

1. Les muscles broyés traités par l'eau et exprimés à travers un linge fournissent un extrait et un résidu. L'extrait et le résidu pris isolément ne fournissent généralement que des échanges gazeux très faibles, mais si on les réunit, on constate une intensité assez élevée dans les oxydations élémentaires. On peut admettre que l'extrait renferme une ou plusieurs substances qui activent les phénomènes respiratoires du résidu.

2. Le diaphragme de cheval et surtout celui de bœuf fournissent un résidu musculaire qui se prête très bien à ce genre d'expériences.

3. Ce sont les extraits musculaires qui présentent au plus haut degré la propriété d'augmenter les échanges gazeux du résidu.

Digitized by Google

4. Le sang des différentes espèces animales produit dans quelques cas une augmentation assez élevée de l'activité respiratoire du résidu; dans d'autres cas, l'augmentation est très faible. Cette augmentation est due aux substances renfermées dans les globules rouges; l'action du sérum sanguin est à peu près nulle.

5. L'urine humaine et le lait de vache n'exercent pas une influence bien appréciable. La bile inhibe les échanges gazeux du résidu musculaire, lorsqu'ils existent.

6. L'extrait de foie de bœuf, de chien, de mouton, produit une élévation de moyenne intensité dans les échanges gazeux du résidu. Les extraits bouillis de pancréas de bœuf et de rein de chien se comportent d'une manière analogue. L'extrait de foie de cheval paraît être moins actif. L'extrait de rein de cheval frais ou bouilli est dépourvu de la propriété d'activer les échanges respiratoires du résidu musculaire.

7. L'extrait bouilli de cerveau de chien produit une augmentation assez élevée de l'activité respiratoire du résidu musculaire.

8. Les extraits frais ou bouillis de poumon, de rate, de thyroïde, de capsules surrénales, de testicules, ont une action très peu nette sur les échanges gazeux du résidu musculaire.

Ce travail a été fait sur les conseils et sous la direction de M. le Docteur F. Battelli.

Digitized by Google

Digitized by Google

II

RECHERCHES

SUR L'ACTIVATION DE LA RESPIRATION TISSULAIRE PAR LES EXTRAITS MUSCULAIRES

Par F. **BATTELLI** et Mlle L. **STERN**.

(Laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève.)

I. — *Introduction*.

Dans deux notes préliminaires à la Société de Biologie[1] nous avons montré que les extraits musculaires ont la propriété d'augmenter les échanges gazeux des muscles broyés, préalablement privés par l'eau des substances solubles qu'ils renferment. En outre l'extrait musculaire élève l'activité respiratoire des muscles de lapin ou de cobaye et celle d'autres organes, tels que le foie et le rein. Les muscles possèdent donc une ou plusieurs substances, solubles dans l'eau, ayant la propriété d'augmenter les combustions tissulaires. Nous avions constaté que ces substances ne sont pas détruites par l'ébullition, qu'elles peuvent dialyser, qu'elles sont solubles en milieu alcalin et en milieu acide, qu'elles sont précipitées par l'alcool et peuvent êtres réduites à l'état sec sans perdre leurs propriétés. Nos essais pour isoler et pour déterminer la nature de ces substances, qui augmentent les échanges gazeux des tissus, ont échoué jusqu'ici.

Nous avions conclu que les combustions musculaires ont lieu *in vitro* par le concours de deux substances ou de deux groupes de substances. Une de ces substances est soluble dans l'eau et l'autre y est insoluble.

Mlle Morozowitch a étudié dans sa dissertation inaugurale, faite sous notre direction[2], la richesse de différents tissus quant à la quantité de la substance soluble qui
ε ,mente les combustions. D'après les résultats de Mlle Morozowitch ce sont les
ı scles qui fournissent l'extrait le plus actif. A notre connaissance aucun autre
t ·ail n'a été publié sur ce sujet.

1 Battelli et Stern. Recherches sur les processus des combustions élémentaires dans nuscles isolés. *Soc. de Biologie*, t. LXII, p. 958, 1907.
id. Activation des oxydations organiques par les extraits des tissus animaux, *ibid.*, LXII, p. 1110, 1907.
(Morozowitch. Activation des combustions musculaires élémentaires par les extraits différents tissus animaux. *Thèse de Genève*, 1907.

Digitized by Google

Nous avons voulu étudier plus en détail l'influence activante des extraits musculaires sur les échanges gazeux des tissus. C'est le but de ce mémoire.

II. — *Technique.*

La méthode générale employée pour étudier les échanges gazeux des tissus est celle dont nous nous sommes servis jusqu'ici. Elle consiste à ajouter aux tissus broyés un liquide approprié et à soumettre le mélange à une agitation énergique dans une atmosphère d'O^2, à la température de 38° environ. A la fin de l'expérience on dose les quantités d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé.

Lorsqu'on veut étudier en détail l'influence exercée par les extraits musculaires sur l'activité respiratoire des tissus on peut procéder de deux manières différentes.

On peut d'abord choisir comme réactif le tissu broyé tel quel, c'est-à-dire non privé des substances solubles dans l'eau. Cette méthode présente plusieurs inconvénients dont le principal est dû au fait que le tissu possède souvent par lui-même une activité respiratoire assez élevée.

Le second procédé consiste à priver les muscles des substances qui sont solubles dans l'eau. On obtient ainsi un résidu musculaire, dont les échanges gazeux sont généralement très faibles, si on prend les précautions que nous allons indiquer. C'est cette méthode que nous avons employée dans le plus grand nombre de nos expériences destinées à étudier les propriétés activantes des extraits musculaires. Nous allons décrire en détail la manière de préparer l'extrait et le résidu musculaire.

Préparation de l'extrait musculaire. — L'extrait peut être préparé soit avec l'eau simple, soit avec une solution de NaCl à 8 ‰. Les résultats sont à peu près les mêmes. Le muscle est broyé finement au moyen d'une hacheuse ordinaire. On ajoute 1,5 volume d'eau et on agite pendant 5 minutes environ. On exprime à travers un linge en se servant d'une simple presse à main. Cet extrait garde ses propriétés intactes pendant plusieurs jours. Il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des muscles frais pour obtenir un extrait actif. On peut aussi employer des muscles rigides, mais dans ce cas il est préférable de prolonger le contact entre le muscle et le liquide pendant 10 ou 15 minutes.

Préparation du résidu musculaire. — C'est le diaphragme de bœuf qui nous a donné jusqu'ici les meilleurs résultats. Le diaphragme de cheval peut aussi être employé. Les muscles de chiens ne paraissent pas être favorables à ce genre de recherches; le résidu de muscle de chien ne se laisse pas bien activer par l'extrait musculaire.

La technique générale est très simple. Le muscle est broyé au moyen d'une hacheuse, on ajoute de l'eau, on agite pendant 5 minutes et on exprime à travers un linge en employant une presse à main.

Il est assez difficile de décider quelle est la quantité d'eau qu'il faut ajouter. Si on ajoute un trop grand volume d'eau, on obtient un résidu qui ne présente par lui-même aucune activité respiratoire, mais qui souvent ne se laisse activer que faiblement par les extraits musculaires. Si on ajoute un trop petit volume d'eau, on peut obtenir un résidu qui donne déjà par lui-même des échanges gazeux très élevés; l'addition d'extrait ne produit alors que des effets peu considérables.

En outre, pour un même volume d'eau ajouté, les conditions respiratoires du résidu varient suivant que le muscle a été pris plus ou moins rapidement après la mort. Par exemple, le diaphragme de bœuf pris 50 minutes environ après la mort est généralement très excitable par les agents mécaniques. Si après avoir broyé ce diaphragme on ajoute 1,5 volume d'eau, on obtient un résidu qui présente des

Digitized by Google

échanges gazeux très élevés. Le même diaphragme pris 2 ou 3 heures après la mort présente une excitabilité mécanique très faible. Si on ajoute à ce moment 1,5 volume d'eau, le résidu offre une activité respiratoire peu prononcée et l'action de l'extrait est très nette.

Après plusieurs essais nous procédons actuellement de la manière suivante. On commence par examiner l'excitabilité du diaphragme. On frappe un coup sec sur le muscle. Si l'excitabilité est bien prononcée, on observe une forte contraction de tout le faisceau musculaire qu'on a touché. Si par contre l'excitabilité est faible, on constate la formation d'un nœud limité au point frappé. Généralement l'excitabilité du diaphragme reste assez élevée pendant une heure et demie environ après la mort; elle devient ensuite faible, et finalement cesse à peu près complètement trois heures après la mort. Il va sans dire qu'on observe des différences individuelles assez considérables.

Lorsque l'excitabilité du diaphragme est très élevée, on ajoute 3 volumes d'eau au muscle de bœuf et 5 volumes d'eau à celui de cheval. Si l'excitabilité est de moyenne intensité, on ajoute 2,5 volumes d'eau au muscle de bœuf et 4 volumes à celui de cheval. Finalement si l'excitabilité est faible, on ajoute 1,5 volume d'eau au muscle de bœuf et 3 volumes à celui de cheval.

Le muscle de bœuf fournit un résidu moins humide et moins coloré que celui de cheval. Le poids du résidu est d'un quart ou d'un tiers environ inférieur à celui du muscle entier.

Le résidu musculaire doit être employé aussi vite que possible après sa préparation. Pour obtenir des valeurs élevées des échanges gazeux nous avons employé des quantités assez grandes de résidu musculaire. Dans la majorité des cas le poids du résidu atteignait 25 ou 30 grammes. A chaque gramme de résidu on ajoutait 2,5 c. c. de liquide.

Alcalinité du mélange. — Dans des travaux précédents nous avons montré que pour obtenir des échanges gazeux élevés il faut plonger le tissu broyé soit dans le sang, soit dans un liquide à réaction alcaline. Dans les recherches qui forment le sujet de ce travail nous n'avons pas employé le sang, qui aurait compliqué les résultats, mais nous nous sommes toujours servis d'eau alcalinisée. Dans la majorité des cas nous avons eu recours au carbonate neutre de Na, à la concentration de 5 ‰. Le bicarbonate de Na présente le grave inconvénient d'être décomposé et de donner lieu à un dégagement considérable de CO^2. L'hydrate de Na, non accompagné de phosphate, donne de mauvais résultats; mais on peut employer avec succès un mélange d'hydrate de Na à la concentration de 1 ‰ et de phosphate de Na, légèrement amphotérique à la concentration de 1,4 ‰ calculée en P^2O^5. La présence du phosphate favorise aussi l'action du carbonate, comme nous le verrons plus loin.

Introduction de l'O^2 dans les flacons. — Les échanges gazeux des tissus étant plus élevés dans une atmosphère d'O^2 pur que dans l'air, les flacons sont remplis d'O^2 avant d'être soumis à l'agitation. Après avoir introduit le résidu et le liquide dans flacon, on y fait rapidement le vide au moyen d'une trompe à eau. On y laisse ensuite entrer de l'O^2 pur.

Appareil agitateur et dosage des gaz. — L'appareil agitateur ainsi que la manière de doser les quantités d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé ont été décrits en détail dans notre premier mémoire[1].

[1] Battelli et Stern. Recherches sur la respiration élémentaire des tissus. Ce *journal*, 1907, p. 1.

Digitized by Google

III. — *Activité respiratoire des résidus et des extraits musculaires pris isolément.*

Dans toutes les expériences dont nous allons exposer les résultats, l'extrait a été fourni en ajoutant 1,5 volume d'eau au muscle broyé. Les résidus au contraire ont été obtenus en employant des volumes d'eau, qui variaient suivant l'excitabilité du muscle, comme nous venons de l'indiquer dans la méthode. D'une manière approximative on peut dire que 40 gr. de muscle fournissent 30 gr. environ de résidu et 70 c. c. environ d'extrait lorsqu'on emploie 1,5 volume d'eau.

L'alcalinité du milieu a été produite par l'addition de Na^2CO^3. Dans un grand nombre d'expériences comparatives le carbonate était additionné de phosphate disodique, préalablement neutralisé par le ClH. Dans le calcul de la concentration de ces substances, un gramme de résidu a été considéré comme correspondant à 1 cm^3 de liquide.

A chaque gramme de résidu on ajoutait 2,5 volumes de liquide. Les extraits étaient additionnés seulement de quelques centimètres cubes d'une solution concentrée de carbonate ou de phosphate de Na.

Nous ne rapportons dans le tableau I que les résultats de quelques expériences types. Il serait superflu d'en multiplier le nombre. Chez le bœuf et le cheval on a toujours employé le diaphragme, chez le chien et le pigeon on a mélangé les muscles des différentes parties du corps. La concentration du carbonate est indiquée en $Na^2 CO^3$, 12 H^2O, celle du phosphate amphotérique en P^2O^5. Pour obtenir la concentration en phosphate disodique $Na^2H PO^4$, 12 H^2O, il faut multiplier la valeur de P^2O^5 par 5.

TABLEAU I. — *Activité respiratoire du résidu et de l'extrait de quelques muscles. La durée de l'agitation des flacons est de 30 minutes dans toutes les expériences. La lettre R indique le résidu, la lettre E l'extrait, et la lettre M le muscle. Les signes *** signifient excitabilité élevée, ** excitabilité moyenne, * excitabilité très faible.*

NATURE de l'extrait ou du résidu	QUANTITÉ d'E ou de R.	ALCALINITÉ	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
I. R. de M. de bœuf *** à 3 vol...	30 gr.	Na^2CO^3 à 5/1000.....	3	0
Id. à 3 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000..	14	12
Id. à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	12	5
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	23	16
II. R. de M. de bœuf *** à 3 vol...	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	7	2
Id. à 3 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,6/1000 ..	19	6
Id. à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	11	13
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,6/1000...	33	26
III. R. de M. de bœuf *** à 3 vol...	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	4	0
Id. à 3 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	6	8
Id. à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	16	10
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,5/1000...	38	34
IV. R. de M. de bœuf ** à 2,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	1	0
Id. à 2,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,5/1000...	6	3
Id. à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	10	4
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	19	15
V. R. de M. de bœuf * à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	1	0
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	9	10
VI. R. de M. de bœuf * à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	3	0
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	13	8
VII. R. de M. de bœuf * à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	3	1
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	15	9

Digitized by Google

NATURE de l'extrait ou du résidu	QUANTITÉ d'E ou de R.	ALCALINITÉ	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
VIII. R. de M. de cheval *** à 5 vol...	30 gr.	Na^2CO^3 à 5/1000.....	4	0
Id. à 5 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,6/1000...	9	4
Id. à 2 vol...	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	6	3
Id. à 2 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,6/1000..	22	23
IX. R. de M. de cheval ** à 4 vol...	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	5	2
Id. à 4 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0.8/1000...	11	10
Id. à 2 vol...	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	9	8
Id. à 2 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	19	22
X. R. de M. de cheval * à 3 vol...	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	6	4
Id. à 3 vol...	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,5/1000...	10	9
XI. R. de M. de chien *** à 2 vol...	»	Na^2CO^3 a 5/1000.....	2	0
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	5	3
XII. R. de M. de chien * à 1,5 vol.	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	1	0
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.*	6	5
XIII. R. de M. de pigeon ** à 3 vol...	15 gr.	Na^2CO^3 à 5/1000.....	4	2
Id.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,6/1000...	7	4
XIV. R. de M. de pigeon ** à 3 vol...	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	6	9
Id. à 1,5 vol.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	17	20
XV. E. très frais de M. de bœuf....	100 c. c.	Na^2CO^3 à 5/1000.....	4	9
Id.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,6/1000...	7	17
Id. vieux de 2 heures	»	*Id.*	3	16
XVI. E. frais de M. de cheval.....	»	Na^2CO^3 à 5/1000.....	2	4
Id.	»	*Id.* + P^2O^5 à 0,8/1000...	3	7

Les résultats rapportés dans le tableau I démontrent que l'activité respiratoire du résidu est réduite à des valeurs bien basses, lorsque le muscle a été traité par une quantité d'eau suffisante. Ainsi un muscle de bœuf très excitable, additionné d'un volume et demi d'eau, conserve une activité respiratoire assez intense; mais il ne présente plus que des échanges gazeux peu élevés lorsqu'on a ajouté 3 volumes d'eau. Si l'excitabilité du muscle est devenue très faible, il suffit de le traiter par 1,5 volume d'eau pour obtenir un résidu doué d'un pouvoir oxydant peu considérable.

Ces résultats peuvent être interprétés de la manière suivante. Un muscle bien excitable, c'est-à-dire un muscle dont la vitalité[1] est bien conservée, exige une très faible quantité de ces substances qui passent dans l'extrait aqueux, pour présenter des échanges gazeux élevés. A mesure que la vitalité du muscle diminue, il faut une plus grande quantité des substances solubles pour obtenir une activité respiratoire intense. D'autre part, l'eau qu'on ajoute au muscle diminue sa vitalité et celle-ci est d'autant plus abaissée que le volume d'eau ajouté est plus grand. Prenons, par exemple, du diaphragme de bœuf très excitable. Si nous traitons ce muscle par 1,5 volume d'eau, sa vitalité est peu diminuée, et la quantité de substances solubles qui accompagnent encore le résidu est suffisante pour activer fortement ses échanges gazeux. Si à ce muscle très excitable on ajoute 3 volumes d'eau, on obtient un double effet : on fait baisser la vitalité du muscle et on diminue la quantité des substances solubles qui restent en contact avec le résidu. Ce résidu ne donnera plus que des échanges gazeux faibles, s'il est employé seul, mais il aura la propriété d'être fortement

[1] Nous employons ici le mot de vitalité dans un sens étendu et très vague. La perte de vitalité serait représentée par l'abolition des échanges gazeux.

Digitized by Google

activé par l'extrait musculaire, comme nous le verrons dans les chapitres suivants. Si le muscle est traité par 6 volumes d'eau, sa vitalité sera considérablement diminuée; les échanges gazeux du résidu ne seront augmentés que faiblement par l'addition d'extrait musculaire.

Lorsque le diaphragme de bœuf est pris trois heures environ après la mort, son excitabilité a déjà subi une perte considérable. L'addition d'un volume et demi d'eau fait encore baisser la vitalité du muscle, et la quantité des substances solubles qui restent en contact avec le résidu n'est plus suffisante pour activer les échanges gazeux de ce résidu. Il faut lui ajouter une certaine quantité d'extrait musculaire pour obtenir des combustions intenses. Si l'on ajoute à ce diaphragme peu excitable 3 volumes d'eau on aura un résidu qui possède à peu près les mêmes propriétés qu'un résidu obtenu en traitant un diaphragme très excitable par 6 volumes d'eau, c'est-à-dire un résidu qui n'est plus activé d'une manière bien efficace par l'extrait musculaire.

Les quantités d'eau qu'il faut ajouter aux muscles broyés pour obtenir des résidus présentant par eux-mêmes des échanges gazeux très faibles, varient aussi suivant l'espèce animale ayant fourni le muscle. A excitabilité égale, il faut employer une quantité d'eau plus grande pour les muscles de cheval que pour ceux de bœuf ou de pigeon. Avec le muscle de chien adulte la quantité d'eau nécessaire pour avoir un résidu dépourvu d'échanges respiratoires est encore plus faible.

Les résultats que nous venons d'indiquer sont à peu près les mêmes si le muscle broyé est traité par une solution de NaCl à 8 pour 1000 ou bien par un mélange de Na^2CO^3 à 5 pour 1000 et de phosphate amphotérique à 3 pour 1000. Pour abréger nous n'avons pas rapporté ici les expériences faites en employant ces liquides.

Les échanges gazeux du résidu sont considérablement augmentés par l'addition du phosphate si la quantité d'extrait qui est restée en contact avec le résidu est relativement élevée et si la vitalité du muscle n'est pas beaucoup diminuée. Mais si le muscle a été traité par un volume d'eau suffisant, l'action favorisante du phosphate devient assez faible.

Les extraits musculaires ne présentent qu'une activité respiratoire extrêmement faible, surtout si on emploie l'extrait quelques heures après sa préparation. Abelous [1] avait déjà constaté que l'extrait de muscle de cheval possède une activité respiratoire minime.

IV. — *Action de l'extrait musculaire sur l'activité respiratoire du résidu musculaire.*

Dans les expériences dont nous allons rapporter les résultats dans le tableau II nous avons employé les extraits de muscles de bœuf et de cheval. Ces muscles comme nous le verrons plus tard, donnent un extrait qui est plus riche en substances activantes que celui fourni par les muscles des autres espèces animales.

Les résidus ont été préparés d'après les indications que nous avons indiquée

[1] Abelous. Sur les échanges gazeux entre l'air et les sucs d'organes en présence d fluorure de sodium. *Soc. de Biologie*, t. LXII, p. 397, 1907.

Digitized by Google

dans la méthode. Nous rappelons aussi que les extraits ont été obtenus en ajoutant 1,5 volume d'eau au muscle broyé et en exprimant le mélange à travers un linge.

Nous ne rapportons dans le tableau II qu'un petit nombre d'expériences types ; il serait superflu de multiplier les exemples.

TABLEAU II. — *Activation des échanges gazeux du résidu musculaire par l'extrait musculaire. La durée de l'agitation des flacons est de 30 minutes dans toutes les expériences. Les lettres R, E. M et les signes * ont la même signification que dans le tableau I. De l'expérience I à l'expérience XVI l'alcalinité du milieu a été obtenue par un mélange de Na^2CO^3 à 5 pour 1000 et de phosphate de Na amphotérique à 4 pour 1000 (0,8 pour 1000 de P^2O^5). De l'expérience XVII à l'expérience XIX l'alcalinité était due à un mélange de NaOH à 1 pour 1000 et de phosphate de Na amphotérique à 7 pour 1000 (1,4 pour 1000 de P^2O^5).*

	NATURE ET QUANTITÉ du résidu	NATURE ET QUANTITÉ de l'extrait	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
I.	R. de M. de bœuf *** à 1,5 vol. (30 gr.). .	—	32	24
	Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	43	34
	Id.	*Id.* (20 c. c.).	45	46
	Id.	*Id.* (60 c. c.).	46	55
II.	R. de M. de bœuf *** à 3 vol. (30 gr.)...	—	10	8
	Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	16	15
	Id.	*Id.* (30 c. c.).	31	37
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	46	45
III.	R. de M. de bœuf ** à 1,5 vol. (30 gr.)..	—	15	17
	Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	33	31
	Id.	*Id.* (30 c. c.).	39	42
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	41	47
IV.	R. de M. de bœuf ** à 2,5 vol. (30 gr.)..	—	7	6
	Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	21	17
	Id.	*Id.* (20 c. c.).	33	32
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	42	48
V.	R. de M. de bœuf * à 1,5 vol. (30 gr.)...	—	8	7
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	14	16
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	29	39
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	31	43
VI.	R. de M. de bœuf * à 1,5 vol. (30 gr.)...	—	13	9
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	24	17
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	37	36
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	42	45
VII.	R. de M. de bœuf *** à 6 vol. (30 gr.)...	—	4	2
	Id.	E. de M. de cheval (30 c. c.).	19	17
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	27	28
VIII.	R. de M. de bœuf * à 3 vol. (30 gr.)	—	4	2
	Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	14	12
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	23	27
IX.	R. de M. de cheval *** à 5 vol. (30 gr.).	—	12	7
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	17	16
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	35	37
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	47	50
X.	R. de M. de cheval ** à 4 vol. (30 gr.)..	—	7	4
	Id.	E. de M. de cheval (10 c. c.).	14	11
	Id.	*Id.* (30 c. c.).	28	29
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	35	38
XI.	R. de M. de cheval ** à 2 vol. (30 gr.)...	—	18	23
	Id.	E. de M. de cheval (20 c. c.).	33	34
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	47	45
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	49	50
XII.	R. de M. de cheval * à 3 vol. (30 gr.)...	—	11	9
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	20	22
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	31	34
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	37	40

Digitized by Google

	NATURE ET QUANTITÉ du résidu	NATURE ET QUANTITÉ de l'extrait	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
XIII.	R. de M. de cheval ** à 8 vol. (30 gr.)..	—	8	3
	Id.	E. de M. de cheval (30 c. c.).	18	15
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	22	26
XIV.	R. de M. de chien adulte ** à 3 vol. (30 gr.).	—	3	2
	Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	11	13
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	20	27
XV.	R. de M. de chien adulte *** à 2 v. (30 gr.).	—	7	5
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	13	11
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	24	29
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	31	36.
XVI.	R. de M. de chien adulte ** à 1,5 v. (30 gr.).	—	9	8
	Id.	E. de M. de cheval (20 c. c.).	16	17
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	27	29
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	38	40
XVII.	R. de M. de chien jeune *** à 1,5 v. (30 gr.).	—	3	0
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	19	12
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	16	21
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	22	32
XVIII.	R. de M. de chien jeune ** à 1,5 v. (30 gr.).	—	5	2
	Id.	E. de M. de cheval (20 c. c.).	8	6
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	12	9
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	14	13
XIX.	R. de M. de pigeon ** à 3,5 vol. (15 gr.).	—	12	14
	Id.	E. de M. de pigeon (40 c. c.).	29	28
	Id.	E. de M. de bœuf (40 c. c.).	34	41
XX.	R. de M. de pigeon ** à 3 vol. (15 gr.)..	—	7	4
	Id.	E. de M. de pigeon (40 c. c.).	23	30
	Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	13	16
	Id.	*Id.* (20 c. c.).	22	27
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	31	39
XXI.	R. de M. de bœuf * à 1,5 vol. (30 gr.)...	—	11	6
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	24	17
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	31	25
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	39	34
XXII.	R. de M. de bœuf ** à 3 vol. (30 gr.)...	—	9	4
	Id.	E. de M. de bœuf (20 c. c.).	17	11
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	27	20
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	35	31
XXIII.	R. de M. de cheval ** à 4 vol. (30 gr.)..	—	12	7
	Id.	E. de M. de cheval (20 c. c.).	21	10
	Id.	*Id.* (40 c. c.).	36	29
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	47	41

Les expériences du tableau III démontrent d'abord d'une manière très nette l'activation des échanges gazeux du résidu musculaire par l'extrait musculaire. Cette activation augmente à mesure qu'on élève la quantité d'extrait ajouté, lorsqu'on a diminué suffisamment la vitalité du muscle. Les résultats sont presque toujours semblables avec les muscles de bœuf, de cheval, de pigeon. Le muscle de chien présente, au contraire, une certaine inconstance. Il faut d'abord remarquer que les muscles de jeunes chiens (3 à 9 mois environ) se comportent d'une manière analogue à celle des muscles de lapin et de cobaye. Le muscle broyé des chiens jeunes présente une activité respiratoire relativement faible et, en outre, le résidu de ces muscles se laisse peu activer par l'extrait musculaire de bœuf, de cheval, etc. Les muscles des chiens jeunes sont peu colorés et nous avons déjà insisté dans notre premier mémoire sur le fait que les échanges gazeux des muscles pâles sont moins élevés que ceux des muscles rouges. Nous avions attribué

Digitized by Google

cette différence à une perte plus rapide de la vitalité dans les muscles pâles. Les expériences du tableau II et celles que nous allons exposer dans le tableau III viennent confirmer l'exactitude de cette interprétation. L'activité respiratoire du muscle pâle d'un jeune chien est diminuée considérablement soit par la privation de la circulation après la mort, soit par les manipulations auxquelles on soumet ce muscle. Si on ajoute de l'eau, la vitalité du muscle sera encore diminuée et on obtiendra un résidu qui a perdu en grande partie la propriété d'être activé par l'extrait musculaire.

Les muscles de chien adulte fournissent des résidus qui dans quelques cas se laissent bien activer par l'extrait musculaire tandis que dans d'autres cas l'augmentation des échanges gazeux est moins prononcée.

Lorsque la vitalité du muscle n'a pas été diminuée suffisamment par l'addition d'eau, le résidu obtenu présente déjà par lui-même (exp. I et XI) une activité respiratoire élevée, et l'addition d'extrait musculaire est alors peu efficace. D'un autre côté, si le muscle a été traité par une trop grande quantité d'eau, l'activation des échanges gazeux par l'extrait musculaire devient relativement faible (exp. VII, VIII, XIII et XIV).

V. — *Action de l'extrait musculaire sur les muscles non privés de leurs substances solubles.*

Dans le chapitre précédent nous avons fait agir les extraits musculaires sur les résidus. Nous allons étudier l'influence de ces extraits sur les muscles broyés pris tels quels, c'est-à-dire qui n'ont pas été traités préalablement par l'eau.

Les muscles ont été pris plus ou moins rapidement après la mort. Les valeurs du temps indiquent l'intervalle qui s'est écoulé entre le moment de la mort et le commencement de l'agitation des tissus. Les muscles non employés immédiatement étaient abandonnés à la température de la chambre avant d'être broyés.

Dans le tableau III sont rapportées quelques expériences types; leurs résultats ont été confirmés par d'autres expériences, que, pour abréger, nous ne reproduisons pas ici.

TABLEAU III. — *Activation des échanges gazeux des muscles par l'extrait musculaire. La durée de l'agitation des flacons est de 30 minutes dans toutes les expériences. Les lettres* M *et* E *ont la même signification que dans le tableau I. Dans toutes les expériences l'alcalinité du milieu a été obtenue par un mélange de* Na^2CO^3 *à 5 pour 1000 et de phosphate de soude amphotérique à 4 pour 1000 (0,8 pour 1000 de* P^2O^5*), sauf dans les expériences IV, VI, XII, et XX où l'alcalinité était due à un mélange de NaOH à 1 pour 1000 et de phosphate de Na amphotérique à 7 pour 1000 (1,4 pour 1000 de* P^2O^5*).*

NATURE ET QUANTITÉ du muscle	NATURE ET QUANTITÉ de l'extrait	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
		c. c.	c. c.
I. M. de bœuf 75 m. après la mort (30 gr.).	—	47	42
Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	49	51
Id.	*Id.* (70 c. c.).	44	56

Digitized by Google

	NATURE ET QUANTITÉ du muscle	NATURE ET QUANTITÉ de l'extrait	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
			c. c.	c. c.
II.	M. de bœuf 6 h. après la mort (30 gr.).	—	32	32
	Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	41	43
III.	M. de bœuf 24 h. après la mort (30 gr.).	—	23	31
	Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	34	49
IV.	M. de cheval 80 m. après la mort (30 gr.).	—	51	40
	Id.	E. de M. de cheval (30 c. c.).	54	44
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	52	51
V.	M. de cheval 24 h. après la mort (30 gr.).	—	19	38
	Id.	E. de M. de lapin (70 c. c.).	28	47
VI.	M. de chien adulte 35 m. ap. la m. (30 gr).	—	44	32
	Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	48	37
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	48	43
VII.	M. de chien jeune 80 m. ap. la m. (30 gr.).	—	31	30
	Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	45	47
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	53	55
VIII.	M. de chien adulte 24 h. ap. la m. (30 gr.).	—	9	16
	Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	20	27
IX.	M. de pigeon 30 m. après la mort (30 gr.).	—	127	116
	Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	132	124
X.	M. de pigeon 32 m. après la mort (30 gr.).	—	76	69
	Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	123	104
XI.	M. de lapin 25 m. après la mort (30 gr.).	—	11	17
	Id.	E. de M. de cheval (30 c. c.).	14	21
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	15	23
	Id.	E. de M. de lapin (70 c. c.).	17	25
XII.	M. de lapin 36 m. après la mort (30 gr.).	—	14	16
	Id.	E. de M. de bœuf.	18	22
XIII.	M. de lapin 30 m. après la mort (30 gr.).	—	16	21
	Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	19	25
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	24	33
XIV.	M. de lapin 40 m. après la mort (30 gr.).	—	18	25
	Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	29	38
XV.	M. de lapin 32 m. après la mort (30 gr.).	—	19	34
	Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	36	38
XVI.	M. de lapin 6 h. après la mort (30 gr.).	—	7	19
	Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	18	26
XVII.	M. de lapin 6 h. après la mort (30 gr.).	—	9	17
	Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	13	21
XVIII.	M. de cobaye 27 m. après la mort (30 gr.).	—	28	35
	Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	41	43
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	52	49
XIX.	M. de cobaye 32 m. après la mort (30 gr.).	—	23	27
	Id.	E. de M. de chien (30 c. c.).	32	38
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	44	51
XX.	M. de cobaye 39 m. après la mort (30 gr.).	—	31	34
	Id.	E. de M. de cheval (30 c. c.).	39	38
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	58	55
XXI.	M. de cobaye 41 m. après la mort (30 gr.).	—	27	32
	Id.	E. de M. de bœuf (30 c. c.).	40	43
	Id.	*Id.* (70 c. c.).	63	62
XXII.	M. de cobaye 7 h. après la mort (30 gr.).	—	9	16
	Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	19	25

Les résultats exposés dans le tableau III démontrent que les muscles de bœuf, de cheval, de pigeon, de chien adulte, pris assez vite après la mort présentent des échanges gazeux, dont l'intensité n'est généralement pas augmentée par l'addition d'extrait musculaire. Il va sans dire qu'on constate des exceptions (exp. X par exemple). L'activité respiratoire des muscles frais de cobaye et des chiens jeunes est au contraire considérablement augmentée par l'extrait musculaire.

Digitized by Google

Les muscles de lapin donnent des résultats inconstants. Dans quelques cas l'activation des échanges gazeux du muscle est assez élevée, dans d'autres cas elle est très faible; le plus souvent elle est d'une intensité moyenne.

Les muscles des différentes espèces animales pris plusieurs heures après la mort présentent des échanges gazeux plus ou moins élevés. L'addition d'extrait musculaire en augmente alors l'intensité.

L'interprétation la plus probable de ces différents résultats, dans l'état actuel de nos recherches, nous paraît être la suivante : La vitalité des muscles rouges n'est pas diminuée par les manipulations auxquelles nous les soumettons. Ils possèdent, en outre, une quantité suffisante des substances nécessaires pour donner l'activité respiratoire maxima. Par conséquent, l'addition d'extrait musculaire ne peut pas augmenter les échanges gazeux.

La vitalité des muscles peu rouges (cobayes, chiens jeunes) est diminuée par les manipulations ou par l'asphyxie après la cessation de la circulation sanguine. Ces muscles ne contiennent pas la quantité des substances qui activent les échanges gazeux nécessaire pour équilibrer la diminution de la vitalité. Mais il suffit d'ajouter un certain volume d'extrait musculaire pour obtenir une élévation considérable des combustions.

La vitalité des muscles pâles du lapin est fortement abaissée par les préparations qu'on lui fait subir. Dans quelques cas cet abaissement peut aller jusqu'à l'abolition, et alors l'addition d'extrait musculaire est inefficace pour relever l'intensité des échanges gazeux.

Les muscles rouges pris plusieurs heures après la mort ont aussi leur vitalité diminuée, mais non abolie; si l'on ajoute de l'extrait musculaire on voit augmenter leur activité respiratoire.

Quoi qu'il en soit de l'interprétation des faits, nous pouvons remarquer que pour quelques muscles il ne suffit pas d'alcaliniser le milieu pour obtenir le maximum des échanges gazeux. Il faut encore ajouter une certaine quantité d'extrait musculaire. En procédant ainsi on constate que dans la première demi-heure d'agitation des flacons l'activité respiratoire des muscles de cheval, de bœuf, de chien, de cobaye ne présente pas de grandes différences; que les échanges gazeux des muscles de lapin sont généralement moins élevés, et que les combustions des muscles de pigeon sont beaucoup plus intenses que celles des mammifères.

VI. — *Action de l'extrait musculaire sur les échanges gazeux du foie, du rein et du cerveau.*

Les différents organes sur lesquels on a fait agir l'extrait musculaire ont été pris sur le cadavre plus ou moins rapidement après la mort, et broyés d'après la méthode habituelle.

Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau IV. Nous ne rapportons ici qu'un petit nombre d'expériences types.

TABLEAU IV. — *Activation des échanges gazeux du foie, du rein et du cerveau par l'extrait musculaire. La durée de l'agitation des flacons est de 30 minutes dans toutes*

Digitized by Google

les expériences. La lettre E *signifie extrait et la lettre* M *muscle. L'alcalinité du milieu a été obtenue par un mélange de Na^2CO^3 à 5 pour 1000 et de phosphate de Na amphotérique à 4 pour 1000 (0,8 pour 1000 de P^2O^5).*

TISSU	EXTRAIT MUSCULAIRE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
		c. c.	c. c.
I. Foie de bœuf 90 m. après la mort (30 gr.).	—	21	15
Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	22	17
Id.	*Id.* (30 c. c.).	34	28
Id.	*Id.* (70 c. c.).	58	50
II. Foie de bœuf 120 m. ap. la m. (30 gr.).	—	23	15
Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	27	18
Id.	*Id.* (30 c. c.).	33	23
Id.	*Id.* (70 c. c.).	42	35
III. Foie de bœuf 120 m. ap. la m. (30 gr.).	—	18	11
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	35	32
IV. Foie de bœuf 150 m. ap. la m. (30 gr.).	—	29	14
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	57	42
V. Foie de bœuf 140 m. ap. la m. (30 gr.).	—	26	15
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	29	27
VI. Foie de bœuf 180 m ap. la m. (30 gr.).	—	15	9
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	36	27
VII. Foie de bœuf 180 m. ap. la m. (30 gr.).	—	26	17
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	28	25
VIII. Foie de bœuf 4 h. ap. la m. (30 gr.).	—	17	11
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	26	23
IX. Foie de cheval 180 m. ap. la m. (30 gr.).	—	11	9
Id.	E. de M. de cheval (70 c c.).	17	28
X. Foie de cheval 2 h. ap. la m. (30 gr.).	—	12	8
Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	36	41
XI. Foie de mouton 90 m. ap. la m. (30 gr.).	—	22	15
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	48	40
XII. Foie de mouton 150 m. ap. la m. (30 gr.).	—	21	13
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	27	26
XIII. Foie de mouton 4 h. ap. la m. (30 gr.).	—	28	16
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	24	25
XIV. Foie de chien 20 m. ap. la m. (30 gr.).	—	36	37
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	43	36
Id. 80 m. ap. la m. (*id.*).	—	18	20
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	34	32
Id. 140 m. ap. la m. (*id.*).	—	17	19
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	28	30
Id. 210 m. ap. la m. (*id.*).	—	15	16
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	17	22
XV. Foie de chien 26 m. ap. la m. (30 gr.).	—	34	21
Id.	E. de M. de chien (70 c. c.).	56	37
Id. 120 m. ap. la m. (*id.*).	—	14	9
Id.	E. de M. de chien (70 c. c.).	27	16
Id. 4 h. ap. la m. (*id.*).	—	15	10
Id.	E. de M. de chien (70 c. c.).	18	14
XVI. Foie de chien 27 m. ap. la m. (30 gr.).	—	32	25
Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	58	67
Id. 95 m. ap. la m. (*id.*).	—	26	22
Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	56	59
Id. 6 h. ap. la m. (*id.*).	—	19	12
Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	21	20
XVII. Foie de chien 70 m. ap. la m. (30 gr.).	—	19	16
Id.	E. de M. de bœuf (10 c. c.).	22	20
Id.	*Id.* (30 c. c.).	31	26
Id.	*Id.* (70 c. c.).	48	37
XVIII. Foie de lapin 12 m. ap. la m. (30 gr.).	—	33	16
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	45	37
XIX. Foie de lapin 25 m. ap. la m. (30 gr.).	—	42	26
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	64	55
XX. Foie de lapin 2 h. ap. la m. (30 gr.).	—	18	12
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	46	55

Digitized by Google

TISSU	EXTRAIT MUSCULAIRE	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
		c. c.	c. c.
XXI. Foie de lapin 4 h. ap. la m. (30 gr.).	—	12	7
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	16	18
XXII. Rein de chien 26 m. ap. la m. (15 gr.).	—	12	7
Id.	E. de M. de bœuf (35 c. c.).	28	23
XXIII. Rein de chien 31 m. ap. la m. (15 gr.).	—	14	7
Id.	E. de M. de bœuf (35 c. c.).	33	24
XXIV. Rein de chien 60 m. ap. la m. (15 gr.).	—	10	6
Id.	E. de M. de bœuf (35 c c.).	23	16
XXV. Rein de chien 120 m. ap. la m. (15 gr.).	—	7	5
Id.	E. de M. de bœuf (35 c. c.).	16	13
XXVI. Rein de chien 4 h. ap. la m. (15 gr.).	—	7	4
Id.	E. de M. de bœuf (35 c. c.).	10	10
XXVII. Rein de cheval 105 m. ap. la m. (30 gr.).	—	13	6
Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	30	23
XXVIII. Rein de cheval 120 m. ap. la m. (30 gr.).	—	8	5
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	24	21
XXIX. Rein de cheval 150 m. ap. la m. (30 gr.).	—	10	7
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	27	25
XXX. Rein de cheval 4 h. ap. la m. (30 gr.).	—	6	4
Id.	E. de M. de cheval (70 c. c.).	11	17
XXXI. Cerveau de chien 20 m. ap. la m. (30 gr.).	—	17	10
Id.	E. de M. de bœuf (50 c. c.).	32	31
XXXII. Cerveau de chien 35 m. ap. la m. (30 gr.).	—	23	13
Id.	E. de M. de bœuf (70 c. c.).	38	34
XXXIII. Cerveau de chien 40 m. ap. la m. (30 gr.).	—	21	10
Id.	E. de M. de chien (70 c. c.).	35	27
XXXIV. Cerveau de chien 2 h. ap. la m. (20 gr.).	—	11	7
Id.	E. de M. de bœuf (50 c. c.).	16	13
XXXV. Cerveau de chien 3 h. ap. la m. (20 gr.).	—	10	7
Id.	E. de M. de bœuf (50 c. c.).	12	14

Les expériences du tableau IV démontrent que l'extrait musculaire élève nettement les échanges gazeux du foie, du rein et du cerveau. Cette élévation a lieu aussi si on emploie les organes très rapidement après la mort, ce qui n'est pas le cas pour les muscles rouges, comme nous l'avons vu plus haut. Toutefois dans ce cas, l'augmentation n'est souvent pas très considérable parce que les organes présentent déjà par eux-mêmes des combustions assez intenses.

Lorsqu'on laisse passer un certain temps, une heure par exemple, entre le moment de la mort et le commencement de l'expérience, l'influence favorable de l'extrait musculaire devient plus accusée, parce que l'activité respiratoire des organes a déjà considérablement baissé. L'activité respiratoire des organes augmente à mesure qu'on élève la quantité d'extrait musculaire ajouté.

Mais, si les organes sont employés après avoir été gardés plusieurs heures à la température de 20° environ, ils ont perdu la propriété d'être activés par les extraits musculaires. On peut admettre que leur vitalité est alors complètement abolie.

Ces résultats sont analogues à ceux que nous avions obtenus en étudiant la conservation de l'activité respiratoire dans les différents tissus après la mort[1]. Nous avions constaté que le sang ou le phosphate disodique élèvent

[1] Battelli et Stern (ce *journal*, 1907, p. 410).

Digitized by Google

considérablement les échanges gazeux du foie, du rein et du cerveau lorsque ces organes sont frais, tandis que ces échanges ne sont guère augmentés si ces mêmes organes sont employés quelque temps après la mort.

VII. — *Conclusions.*

1° Les muscles broyés, traités par l'eau et exprimés à travers un linge, fournissent un extrait et un résidu. L'extrait et le résidu, pris isolément, ne fournissent que des échanges gazeux très faibles; mais, si on les réunit, on obtient une activité respiratoire assez élevée.

On peut donc admetttre que les combustions musculaires ont lieu *in vitro* par le concours de deux substances ou de deux groupes de substances. Une de ces substances est soluble et peut être extraite par l'eau.

2° L'extrait musculaire n'augmente pas les échanges gazeux des muscles rouges de bœuf, de cheval, de pigeon, de chien adulte lorsqu'ils sont employés assez vite après la mort. Il est probable que ces muscles présentent alors un maximum d'activité respiratoire qui ne peut être dépassé par l'addition d'extrait musculaire.

3° L'extrait musculaire augmente les échanges gazeux des muscles pâles de cobaye ou de jeunes chiens pris immédiatement après la mort. Les résultats sont inconstants avec les muscles blancs de lapin; dans la majorité des cas, l'extrait musculaire ne produit qu'une élévation peu considérable dans l'activité respiratoire, généralement très faible, des muscles de lapin.

4° Les muscles rouges pris plusieurs heures après la mort présentent des échanges gazeux affaiblis. L'extrait musculaire augmente alors l'intensité des combustions.

5° L'extrait musculaire augmente les échanges gazeux du foie, du rein et du cerveau si ces organes ont été employés assez rapidement après la mort. Si on laisse écouler quelques heures après la mort l'activité respiratoire résiduelle du foie, du rein et du cerveau n'est plus modifiée par l'addition de l'extrait musculaire.

(Extrait du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, septembre 1907, n° 5.)

Digitized by Google

Digitized by Google

[612.91] [Q 2210]

DISSOCIATION DES RÉFLEXES DU NERF LARYNGÉ SUPÉRIEUR PAR L'ANESTHÉSIE, L'ASPHYXIE ET L'ANÉMIE DES CENTRES NERVEUX,

par J. L. PREVOST et Mlle L. STERN.

(*Laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève.*)

(13 figures.)

Les phénomènes réflexes obtenus par excitation du nerf laryngé supérieur sont connus depuis les travaux de BIDDER (1) et de BLUMBERG (2). D'après ces auteurs, le laryngé supérieur contient divers ordres de fibres sensibles : 1° *des fibres d'arrêt,* se distribuant à la muqueuse qui tapisse la partie supérieure du larynx; 2° des fibres de *sensibilité générale,* pouvant par action réflexe produire la toux ou des mouvements de déglutition, se distribuant à la muqueuse laryngée située au-dessous des cordes vocales. Mais, tandis que l'excitation du nerf lui-même pourrait produire l'arrêt du diaphragme, des mouvements de déglutition et de la douleur, il faudrait s'adresser aux dernières ramifications, c'est-à-dire à la muqueuse elle-même, pour produire la toux.

Dans un travail que l'un de nous a publié en collaboration avec A. WALLER (3), nous avons étudié les phénomènes produits par l'excitation de ce nerf et nous avons obtenu, au contraire, chez des chats et des chiens, des secousses de toux en électrisant le tronc du nerf laryngé supérieur, surtout lorsque ces animaux n'étaient pas anesthésiés. On sait que l'excitation du bout central du nerf laryngé produit trois phénomènes principaux : 1° la douleur et la toux; 2° des mouvements rythmiques de déglutition; 3° un arrêt de la respiration en phase expiratrice, qui a été très bien étudié par

(1) F. BIDDER (Dorpat). Beiträge zur Kentniss der Wirkungen des Nervus laryngeus superior. *Arch. für Anat. u. Physiol.* 1865.

(2) J. BLUMBERG. Unters. über die Hemmungsfunction des Nervus laryngeus. *Inaug. Diss.* Dorpat, 1865.

(3) A. WALLER et J. L. PREVOST. Etude relative aux nerfs sensitifs qui président aux phénomènes réflexes de la déglutition. *Arch. de Phys. norm. et path.* 1870, III, 185.

Digitized by Google

ROSENTHAL (1), et qui devient bien plus manifeste sur les animaux anesthésiés. Les principaux faits qui découlent de notre mémoire ont été vérifiés et étudiés ensuite par KRONECKER (2) et MELTZER (3) et par WASSILIEFF (4). Cette question a été aussi le sujet de divers travaux parmi lesquels nous devons citer ceux de KAHN (5), MARKWALD (6), DUCCESCHI (7), ZWAARDEMAKER et d'autres.

BIDDER avait déjà observé que les mouvements rythmiques de déglutition n'étaient bien nets que chez les animaux narcotisés par la morphine; il en donnait une explication signalée par MELTZER, en disant que chez les animaux intacts, l'excitation de sensibilité va au cerveau et provoque de la douleur, tandis qu'elle s'arrête, chez les animaux narcotisés, à la moelle allongée et provoque l'acte de déglutition. Il ajoute que les mouvements de déglutition provoqués par excitation du laryngé, peuvent se distinguer des spontanés, en ce qu'ils restent limités à la partie supérieure sans s'étendre à tout l'œsophage. MELTZER nie cette affirmation. Il a pu provoquer la déglutition œsophagienne par excitation du laryngé; résultat auquel nous sommes nous-mêmes parvenus dans nos expériences.

(1) ROSENTHAL. Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus, Berlin, 1862.

(2) KRONECKER und MELTZER. Der Schluckmechanismus. *Du Bois Reymond's Archiv*, 1883, Supplementband.

KRONECKER. *Dict. de Physiologie*, de Richet. Déglutition, 1900, IV, 746.

(3) S. J. MELTZER. On the causes of the orderly progress of the peristaltic movements in the œsophagus. *Amer. Journal of Physiology*, 1899, II, n° 3.

A further experimental contribution to the knowledge of the mechanism of deglutition. *The Journal of exper. medicine.* 1897, II, n° 5.

Ueber Schluckgeräusche. *Centralbl. für die med. Wiss.* 1883, n° 1.

Ueber die Vorgänge beim Schlucken. *Du Bois Reymond's Archiv*, 1880, 446.

Ueber den Verschluss der Glottis während des Schluckactes. *Centralbl. f. Physiol.*, 1897, XI, 437.

(4) N. W. WASSILIEFF. Wo wird der Schluckreflex ausgelöst. *Inaug. Diss. Bern.* München, *Oldenbourg.* 1887.

(5) KAHN. Studien über den Schluckreflex. *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1903, Suppl. 386.

Bemerkung zu der Mitteilung von V. Ducceschi. *Zentralbl. f. Physiol.* 1905, XIX, 990.

(6) M. MARCKWALD. Ueber die Ausbreitung der Erregung und Hemmung vom Schluckcentrum auf das Athmungscentrum. *Zeits. f. Biol.* 1889, XXV, 529.

(7) DUCCESCHI. Atmungscentrum und Schluckcentrum. *Zentralbl. f. Physiol.* 1905, XIX, 889.

Digitized by Google

ZWAARDEMAKER (1) a observé que dans le cas d'excitation du laryngé supérieur, chaque déglutition réflexe est suivie d'une phase réfractaire, pendant laquelle une seconde excitation reste sans effet et dont la durée peut dépasser celle d'un mouvement complet de déglutition. Pour que deux excitations successives produisent deux effets réflexes de déglutition, il faut qu'elles soient séparées par un certain intervalle.

En résumé, l'excitation du nerf laryngé produit trois ordres de phénomènes: 1° de la douleur et de la toux; 2° des déglutitions rythmiques; 3° une inhibition des mouvements respiratoires.

" Il est physiologiquement parlant intéressant, disions nous dans notre
„ mémoire (2), qu'il y ait un nerf dont l'excitation produise simultanément
„ un arrêt du diaphragme dans sa phase expiratrice, une occlusion de la
„ glotte, et une déglutition. Le bol alimentaire parvenu, en effet, au niveau
„ de l'ouverture supérieure du larynx et de l'épiglotte, excite le nerf laryngé
„ supérieur, relâche le diaphragme, tout en excitant la déglutition. S'il n'en
„ était pas ainsi, l'inspiration thoracique amènerait bien plus fréquemment
„ l'introduction des matières alimentaires dans les voies aériennes. „

Dans le présent mémoire nous avons cherché à étudier les divers moyens susceptibles de séparer les uns des autres les divers phénomènes réflexes du laryngé supérieur, savoir : l'influence de l'anesthésie poussée à divers degrés, celle de l'asphyxie et de l'anémie des centres nerveux et de la restauration des fonctions après l'asphyxie ou la cessation de l'anémie.

Cette dernière méthode nous a déjà donné d'intéressants résultats, relatifs à l'étude de la pause respiratoire et des respirations terminales, publiés dans ces Archives (3).

Elle a récemment été mise en usage par G. N. STEWART et F. H. PIKE (4)

(1) ZWAARDEMAKER. Sur une phase réfractaire du réflexe de déglutition. *Arch. intern. de Physiologie*, 1904, I, 1.

(2) WALLER et PREVOST. Loc. cit. p. 196.

(3) J. L. PREVOST et L. STERN. Recherches sur les respirations terminales et la pause observées dans l'asphyxie ainsi que dans l'anémie des centres nerveux. *Arch. intern. de Physiol.* 1906, IV, 285.

(4) G. N. STEWART and F. H. PIKE. Resuscitation of the respiratory and other bulbar nervous mechanismus with special reference to the question of their automaticity. *The american Journal of Physiology*, 1907, XIX, 328. Boston.

Digitized by Google

dans un intéressant mémoire dont plusieurs faits se rapprochent des nôtres et dont nous donnons les principales conclusions.

Leurs expériences relatives aux centres respiratoires, cardio-inhibiteurs et vaso-moteurs leur démontrent que le mécanisme respiratoire est le plus purement automatique, et le moins dépendant des impulsions d'origine réflexe; les fonctions cardio-inhibitrices sont plus dépendantes d'impulsions réflexes et les moins automatiques. Le mécanisme vaso-moteur occupe une situation intermédiaire. Quant à ce qui regarde la régulation de ces fonctions, elles sont toutes trois profondément affectées par des impulsions réflexes.

§ 1. — Influence de l'anesthésie.

Comme nous l'avons dit ci-dessus, les auteurs qui ont étudié l'action réflexe du laryngé supérieur ont signalé l'influence des anesthésiques pour rendre plus apparente l'action de l'excitation du nerf sur les phénomènes de déglutition et sur l'arrêt du diaphragme.

Il résulte de nombreuses expériences que nous avons faites à cet égard, que la douleur et la toux provoquées par l'excitation du nerf lui-même, se constatent surtout chez le chien ou le chat et rarement chez le lapin. Il faut que ces animaux ne soient pas anesthésiés, ou très faiblement anesthésiés.

L'inhalation d'éther ou de chloroforme, l'injection de chloral dans les veines, font rapidement cesser la possibilité d'exciter la toux, et l'on constate une seconde phase dans laquelle les mouvements rythmiques de déglutition sont prononcés, tandis qu'il est encore difficile de produire une inhibition prolongée du diaphragme. Si l'on produit une anesthésie plus profonde, les mouvements de déglutition rythmique cessent et l'arrêt du diaphragme très manifeste peut se prolonger plusieurs minutes.

Enfin un stade plus profond d'anesthésie produit la disparition de tous les réflexes, et l'arrêt de la respiration spontanée, si bien qu'on est obligé d'entretenir la respiration artificielle pour empêcher la mort.

En attendant le réveil progressif de l'animal, on peut constater la réapparition progressive des réflexes, d'abord l'inhibition du diaphrame, puis les déglutitions rythmiques et enfin le retour de la sensibilité et la toux.

Nous donnons comme exemple de ces faits, que nous pourrions beaucoup multiplier, les observations suivantes dans lesquelles, comme dans toutes les suivantes, la respiration est enregistrée au moyen d'un double tambour de Marey, placé sur la partie inférieure du thorax, et le moment d'excitation indiqué par un signal de Deprez.

Digitized by Google

Expérience I.—CHAT ADULTE. *Influence de l'anesthésie par l'éther* (17 juillet 1907):

2 h. 54'. Avant l'anesthésie on constate que l'excitation du nerf laryngé supérieur sectionné provoque de la toux, des déglutitions rythmiques et un arrêt mal caractérisé de la respiration.

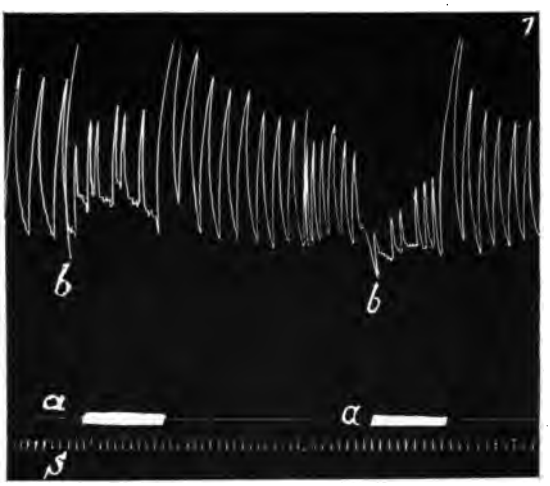


FIG. 1.—CHAT ADULTE. Anesthésie légère ... a) .. a). Excitations du laryngé : inhibition légère du diaphragme.
b). Mouvements de déglutition qui se marquent sur le tracé.
S. Temps toutes les deux secondes.

L'animal est éthérisé légèrement, les cornées sont encore sensibles, l'excitation du laryngé ne provoque plus la toux, mais encore des mouvements de déglutition et un arrêt mal caractérisé du diaphrame (fig. 1).

2 h. 58'. Anesthésie plus profonde, cornées insensibles, pupilles dilatées, pas de déglutitions, arrêt prolongé de la respiration; les battements du cœur sont enregistrés sur le tracé (fig. 2).

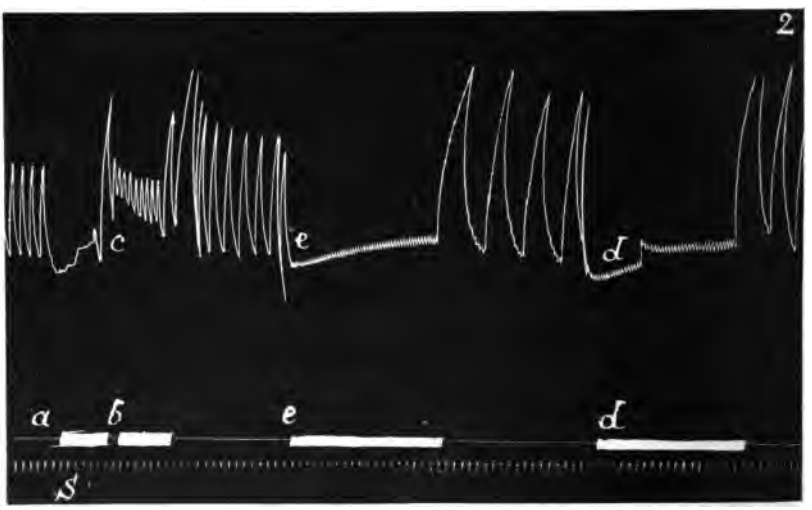


FIG. 2.—CHAT ADULTE. a). et b). Excitations du laryngé : inhibition légère du diaphragme.
c). Mouvements de déglutition qui se marquent sur le tracé.
e). et d). Anesthésie plus profonde, arrêt du diaphragme, pas de déglutition; les petites oscillations sont produites par les battements du cœur.
S. Temps toutes les deux secondes.

Digitized by Google

L'expérience est répétée plusieurs fois avec le même résultat.

Expérience II. — CHIENNE de 17 kil. *Influence de l'anesthésie par l'éther.* (16 juillet 1907) :

10 h. 15'. Ethérisation légère; l'électrisation du bout central du nerf laryngé supérieur sectionné provoque de la toux, des mouvements de défense qui masquent les déglutitions et l'action sur la respiration.

10 h. 29'. L'animal étant plus profondément anesthésié, on constate que l'électrisation du laryngé provoque des mouvement de déglutition et l'arrêt de la respiration qui dure pendant toute l'excitation (fig. 3, a).

10 h. 33'. Une anesthésie encore plus profonde pendant laquelle les cornées sont tout à fait insensibles provoque un arrêt prolongé du diaphragme sans déglutition (fig. 3, b).

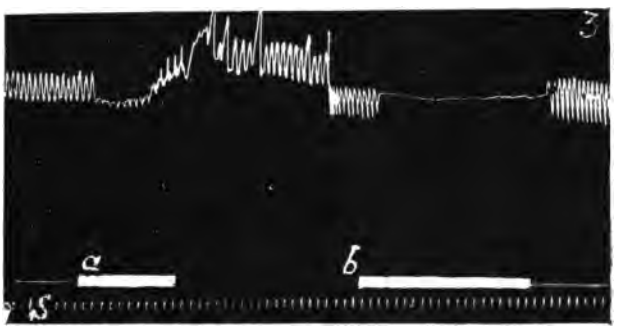


FIG. 3. — CHIENNE. a). Ethérisation légère, excitation du laryngé, arrêt du diaphragme et déglutition.
b). Ethérisation profonde, arrêt du diaphrame, pas de déglutition.

§ 2. — INFLUENCE DE L'ASPHYXIE PAR COMPRESSION DE LA TRACHÉE.

Examinons maintenant en nous basant sur de nombreuses expériences faites sur des lapins, des chats, des chiens, comment se comporte le réflexe laryngé pendant et après l'asphyxie.

Après avoir constaté les effets produits par l'excitation du nerf laryngé avant et pendant l'anesthésie, nous appliquons une pince sur la trachée dénudée ; après une phase de dyspnée asphyxique et d'agitation, surviennent habituellement des convulsions; puis la pause et les respirations terminales, que nous avons étudiées dans un précédent mémoire (1). Au moment de la pause

(1) J. L. PREVOST et L. STERN. Recherches sur les respirations terminales et la pause observées dans l'asphyxie ainsi que dans l'anémie des centres nerveux. *Arch. intern. de Physiologie*, 1906-07, IV, 285.

Digitized by Google

les réflexes existent encore; le réflexe patellaire et le réflexe de déglutition sont souvent encore nets, mais bientôt ils disparaissent au moment des respirations terminales.

En enlevant la pince, on voit souvent l'animal se rétablir spontanément si l'on n'a pas attendu la période des dernières respirations terminales. Dans le cas contraire, on peut, en faisant la respiration artificielle, ouvrir le thorax et masser le cœur qui reprend habituellement ses battements rythmiques, s'il s'agit d'un chat ou d'un lapin : circonstance rare si l'on a affaire à un chien, chez lequel, comme on le sait, le cœur est facilement atteint de trémulations fibrillaires définitives.

Au bout d'un temps, variable selon les cas, apparaît la première respiration spontanée, signalant l'automatisme du centre respiratoire, car à ce moment tous les réflexes sont abolis. Les respirations spontanées ne tardent pas à se rapprocher les unes des autres et le rythme respiratoire normal se rétablit, si bien que l'on peut souvent abandonner la respiration artificielle en maintenant avec des pinces le thorax fermé. Dans nos tracés, la respiration spontanée s'inscrivait généralement par des oscillations qui dépassent celles de la respiration artificielle

Bientôt la pupille se rétrécit et les réflexes se rétablissent. Nous avons cherché le moment de réapparition des divers réflexes et en particulier ceux du nerf laryngé. Comme pour l'anesthésie, le réflexe inhibiteur de la respiration apparaît le premier ; et il est suivi après un temps plus ou moins long dépassant souvent bien des minutes, du réflexe de déglutition rythmique, qui précède habituellement, mais pas toujours, le réflexe patellaire. Au même moment apparaît généralement le réflexe cornéen.

Les expériences suivantes, choisies dans un grand nombre, confirment ces données.

Expérience III. — Jeune chat de 2000 gr. *Asphyxie par compression de la trachée* (6 novembre 1906) :

10 h. 5'. Ethérisé. On sectionne les deux nerfs laryngés supérieurs. On enregistre la respiration. L'excitation du nerf produit de la toux, des mouvements de déglutition et l'arrêt de la respiration.

10 h. 15'. Asphyxie par compression de la trachée par une pince hémostatique; convulsions; pause; respirations terminales; on enlève la pince après la seconde respiration terminale.

10 h. 24. On fait la trachéotomie, on ouvre le thorax et on fait le massage du cœur qui se remet; on ferme le thorax et on entretient la respiration artificielle.

Digitized by Google

10 h. 26'. La respiration spontanée se rétablit et s'enregistre par des lignes dépassant celles de la respiration artificielle.

10 h. 30'. Pas de réflexe patellaire. La pupille commence à se contracter. L'excitation du laryngé n'arrête pas la respiration spontanée (fig. 4).

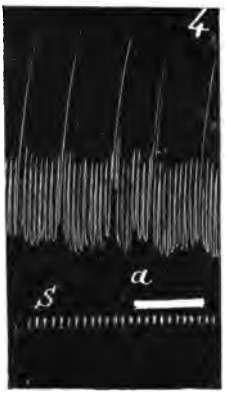


FIG. 4. — JEUNE CHAT. Asphyxie par compression de la tracnée, perte des réflexes. Respiration artificielle ; les lignes plus élevées sont dues à des respirations spontanées
a). Excitation du laryngé qui ne modifie pas la respiration spontanée.
S. Temps toutes les deux secondes.

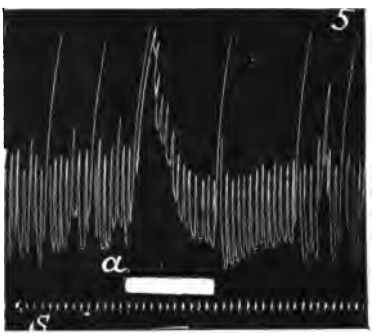


FIG. 5. — MÊME ANIMAL. 13 minutes plus tard réapparition des réflexes patellaires :
a). Excitation du laryngé qui produit des mouvements de déglutition marqués sur le tracé.
S. Temps toutes les deux secondes.

10 h. 33'. L'excitation du laryngé ralentit le mouvement spontané de respiration; pas de réflexe cornéen; réflexe patellaire douteux.

10 h. 37'. Réflexe patellaire manifeste.

10 h. 40'. Réflexe cornéen rétabli.

10 h. 43'. L'excitation du laryngé provoque des mouvements de déglutition et l'arrêt du diaphragme (fig. 5).

10 h. 47'. *Seconde épreuve d'asphyxie.* Convulsions, pause, 3 à 4 respirations terminales.

10 h. 50'. Respiration artificielle, massage du cœur qui se rétablit.

10 h. 52'. Respiration spontanée, qui s'enregistre avec la respiration artificielle.

10 h. 55'. L'excitation du laryngé produit l'arrêt de la respiration. Pas de réflexe patellaire.

10 h. 59'. Réflexe patellaire manifeste.

11 h. 3'. L'excitation du laryngé provoque arrêt de respiration et déglutition.

Digitized by Google

11 h. 30'. *Troisième épreuve d'asphyxie* donnant les mêmes résultats.

11 h. 44'. *Quatrième asphyxie.*

12 h. Pas de réflexe patellaire. L'excitation du laryngé arrête la respiration spontanée. Pas de déglutitions (fig. 6).

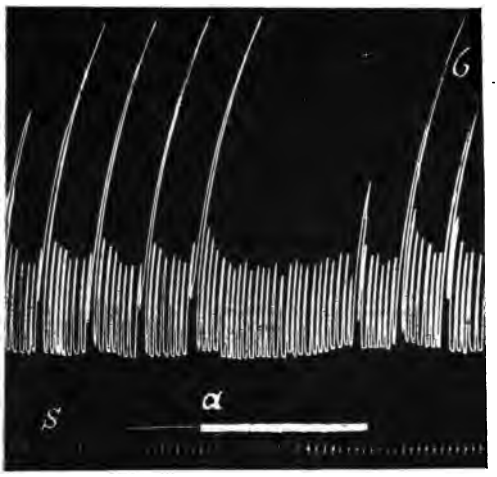


FIG. 6. — JEUNE CHAT. Quatrième épreuve d'asphyxie, perte des réflexes.
a). Excitation du laryngé, qui produit l'arrêt de la respiration spontanée pendant que l'on continue la respiration artificielle, pas de déglutit ons.
S. Temps toutes les deux secondes.

FIG. 7. — MÊME ANIMAL. Quelques minutes plus tard, réapparition des réflexes.
a). Excitation du laryngé qui provoque arrêt du diaphragme et mouvements de déglutition.
S. Temps toutes les deux secondes.

12 h. 3'. Pas de réflexe patellaire. Pas de déglutition par excitation du laryngé, qui arrête la respiration spontanée.

12 h. 6'. Réflexe patellaire. Pas de réflexe cornéen. Pas de déglutitions.

12 h. 15'. Cornée insensible. Réflexe patellaire. L'excitation du laryngé provoque la déglutition rythmique (fig. 7).

Expérience IV. — CHATTE de 2500 gr. *Asphyxie par compression de la trachée.*

9 h. 39'. L'animal est préparé comme le précédent, on produit l'asphyxie par compression de la trachée.

Pause pendant laquelle l'excitation du laryngé provoque des mouvements de déglutition. Les réflexes patellaires cessent après la seconde respiration terminale. La pince enlevée, l'animal se rétablit.

10 h. 7'. On produit de nouveau l'asphyxie plus complète. On est obligé d'ouvrir le thorax et de masser le cœur en faisant la respiration artificielle. Les réflexes

Digitized by Google

patellaires et cornéens sont abolis, la respiration spontanée se rétablit et s'enregistre en même temps que la respiration artificielle.

L'électrisation du laryngé ne produit ni arrêt du diaphragme, ni déglutition (fig. 8).

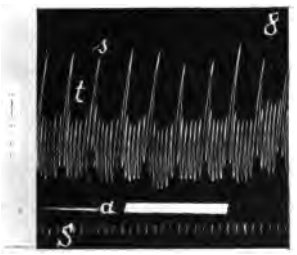


FIG. 8.—CHATTE de 2500 gr. Asphyxie, respiration artificielle (t) et spontanée (s). L'excitation du laryngé (a) ne produit ni arrêt de respiration spontanée, ni mouvements de déglutition.
S. Temps toutes les deux secondes.

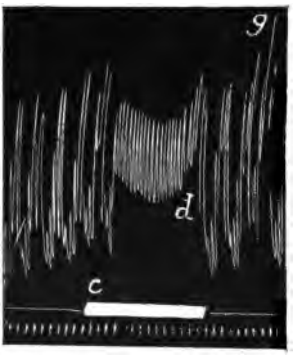


FIG. 9. — MÊME ANIMAL. 12 minutes plus tard, l'excitation du laryngé (c) produit arrêt de respiration spontanée et mouvements de déglutition (d).
S. Temps toutes les deux secondes.

10 h. 9'. La pupille se contracte, pas de réflexes cornéen, patellaire, ni laryngé.

10 h. 16'. Réflexe patellaire; on provoque l'arrêt du diaphragme par excitation du laryngé.

10 h. 22'. L'excitation du laryngé provoque l'arrêt du diaphragme et des déglutitions. Réflexes cornéen et patellaire manifestes (fig. 9).

§ 3. — ANÉMIE CÉRÉBRALE PAR COMPRESSION DES ARTÈRES.

Dans plusieurs expériences, nous avons étudié l'influence de l'anémie cérébrale produite par la ligature des vaisseaux du cou (carotides et vertébrales) ou par celle de la crosse de l'aorte. Nous avons obtenu les mêmes résultats que par l'asphyxie. A la crise des convulsions succède une période pendant laquelle l'excitation du laryngé produit l'arrêt de la respiration et pas de déglutitions.

Quand on rétablit la circulation, les fonctions nerveuses se restaurant progressivement, on observe en premier lieu la réapparition de la respiration automatique à un moment où les réflexes sont abolis.

Digitized by Google

L'excitation du laryngé reste alors sans effet. A cette période d'automatisme respiratoire succède celle où les réflexes réapparaissent; en premier lieu celui de l'inhibition respiratoire et plus tard les déglutitions rythmiques. On a, en un mot, le même tableau qu'avec l'asphyxie et l'anesthésie plus ou moins profonde.

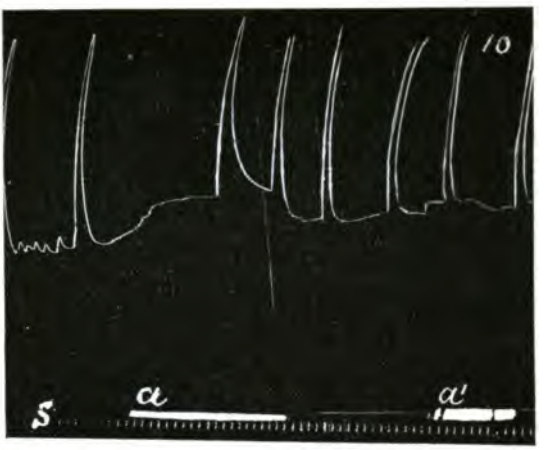


Fig. 10. — Chat jeune. Anémie par ligature des vaisseaux du cou. Convulsions.
a) a'). Excitation du laryngé, arrêt de la respiration, pas de déglutitions.
S. Temps toutes les deux secondes.

Voici quelques expériences sur ce sujet :

Expérience V. — Chat de 2000 gr. *Anémie cérébrale* (22 juillet 1907) :

3 h. 20'. On constate l'influence inhibitrice de l'éther.

3 h. 33'. On comprime les vaisseaux du cou. Convulsions.

3 h. 34'. Excitation du laryngé; arrêt du diaphragme, pas de déglutitions.

3 h. 35'. Idem (fig. 10).

3 h. 37'. La circulation est rétablie par enlèvement des pinces comprimant les artères.

L'excitation du laryngé produit des déglutitions et l'arrêt du diaphragme (fig. 11).

3 h. 39'. Anémie nouvelle. Convulsions, pupilles dilatées.

3 h. 42'. Excitation du laryngé; arrêt du diaphragme, pas de déglutitions.

Ligatures enlevées.

3 h. 51'. Arrêt du diaphragme et déglutitions.

3 h. 58'. On produit une anémie plus prolongée. La respiration se

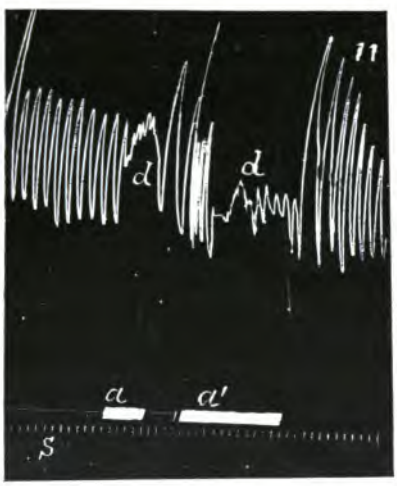


Fig. 11. — Même animal. Rétabli après enlèvement des ligatures.
a) — a'). Excitations du laryngé, arrêt de respiration et déglutitions (d).
S. Temps toutes les deux secondes.

Digitized by Google

rétablit après la restauration de la circulation. L'excitation du laryngé ne produit ni arrêt de la respiration ni déglutition (fig. 12).

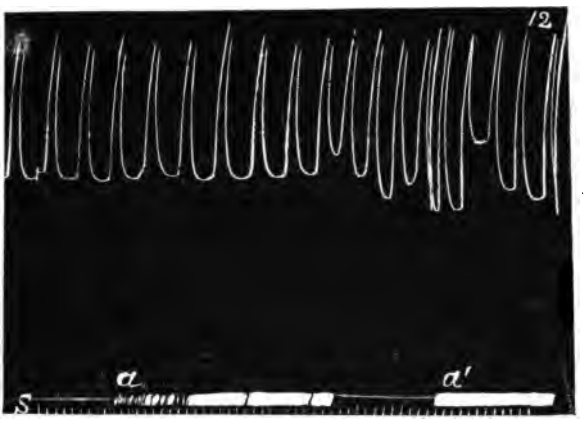


FIG. 12. — MÊME ANIMAL. Compression des vaisseaux.
a) et a'). Excitation du laryngé ne produit aucun effet.
S. Temps toutes les deux secondes.

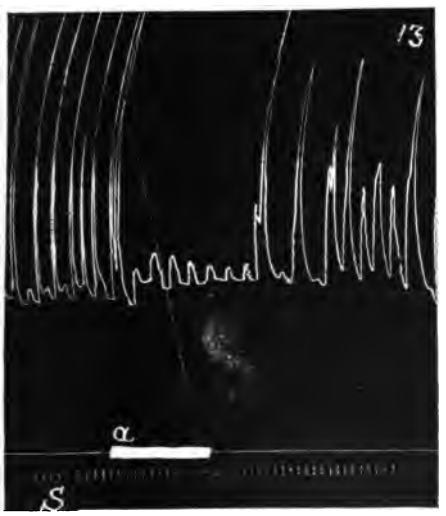


FIG. 13. — CHAT ADULTE. Ligature de l'aorte. Convulsions, perte des réflexes.
a). Excitation du laryngé; arrêt de la respiration spontanée, pas de déglutitions : les petites oscillations sont dues à la respiration artificielle, les grandes à la respiration spontanée.
S. Temps toutes les deux secondes.

Expérience VI.—CHAT ADULTE. *Anémie cérébrale* (17 juillet 1907) :

Après avoir constaté l'influence inhibitrice de l'éther sur le laryngé, on fait la respiration artificielle. On ouvre le thorax et on passe un fil sous la crosse de l'aorte de manière à pouvoir la comprimer.

3 h. 39'. Excitation du laryngé produit l'arrêt du diaphragme et des déglutitions.

3 h. 43'. Compression de l'aorte.

3 h. 50'. Convulsions, perte des réflexes, cornées insensibles.

L'excitation du laryngé produit l'arrêt de la respiration spontanée; la respiration artificielle s'enregistre sur le tracé. Pas de déglutitions (fig. 13).

Digitized by Google

Résumé et Conclusions.

Il résulte des faits exposés ci-dessus que les trois phénomènes réflexes provoqués par l'excitation du bout central du laryngé supérieur (toux, déglutitions rythmiques, arrêt de la respiration en expiration) peuvent être dissociées expérimentalement, par l'emploi des anesthésiques, par l'asphyxie, par l'anémie des centres nerveux.

L'automatisme des mouvements respiratoires subsiste après la disparition de tous les réflexes, comme il reparaît en cas de restauration des fonctions des centres avant que tout phénomène réflexe ne puisse être constaté. Nous avons déjà insisté sur des résultats semblables dans nos expériences de restauration des fonctions nerveuses après paralysie du cœur par un courant alternatif, ainsi que dans notre mémoire sur les respirations terminales et la pause observées dans l'asphyxie et dans l'anémie des centres nerveux.

Le réflexe inhibiteur de la respiration est le dernier à disparaître et reparaît le premier en cas de restauration des fonctions.

Le réflexe de déglutition lui succède.

Le réflexe de sensibilité générale (douleur et toux) ne se montre que si l'excitabilité n'est point ou peu modifiée par les anesthésiques, par l'asphyxie, ou l'anémie des centres nerveux.

Digitized by Google

[612.26] [Q 6250]

ACTIVATION DE LA RESPIRATION TISSULAIRE PAR L'EXTRAIT DES DIFFÉRENTS ORGANES ET PAR LES LIQUIDES DE L'ORGANISME,

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern.

(*Laboratoire de Physiologie. Université de Genève.*)

I. — Introduction.

Les échanges gazeux des tissus animaux isolés peuvent être augmentés par l'action de plusieurs substances. Dans un premier mémoire (1) nous avons étudié l'élévation que produit le sang sur l'activité respiratoire des différents tissus. Nous avions constaté que le sang exerce une influence favorable sur les échanges gazeux des muscles. Cette action du sang est due aux éléments figurés ; le sérum ne présente qu'une influence à peu près nulle et il diminue même souvent les échanges gazeux musculaires. Dans un autre mémoire (2) nous avions constaté que l'activité respiratoire des muscles est augmentée par l'alcalinité du milieu ou par l'addition de phosphates.

Dans un troisième mémoire (3) nous avons montré que l'influence favorable du sang, du phosphate et des alcalis ne s'exerce pas seulement sur les muscles, mais aussi sur les échanges gazeux des autres tissus (foie, rein, cerveau, etc.), si on a la précaution de les prendre très rapidement après la mort, avant qu'ils aient perdu la plus grande partie de leur pouvoir respiratoire.

Dans un quatrième mémoire (4) nous avons étudié l'élévation produite dans l'activité respiratoire des différents tissus par la présence d'extrait musculaire.

Le muscle broyé, privé par l'eau d'une grande partie de ses substances solubles, ne présente plus que des échanges gazeux très faibles, mais ces échanges deviennent de nouveau assez élevés si on ajoute l'extrait aqueux des muscles.

(1) Battelli et Stern. Recherches sur l'activité respiratoire des tissus. 2me mémoire. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 34.

(2) Battelli et Stern. Action des sels et du glucose sur l'activité respiratoire des tissus animaux isolés. *Arch. intern. Physiol.*, 1904, IV, 465.

(3) Battelli et Stern. Recherches sur la conservation de l'activité respiratoire dans les différents tissus après la mort. Action de quelques substances sur l'activité respiratoire des tissus frais. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 410.

(4) Battelli et Stern. Recherches sur l'activation de la respiration tissulaire par les extraits musculaires. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 737.

Digitized by Google

L'extrait musculaire augmente aussi l'activité respiratoire des muscles pâles (cobaye ou jeune chien), du foie, du rein et du cerveau, lorsque ces organes sont pris assez rapidement après la mort. Si le foie, le rein et le cerveau sont employés plusieurs heures après la mort, ils perdent la propriété d'être activés par les extraits musculaires. En nous basant sur ces recherches, nous avions émis l'hypothèse que les combustions musculaires ont lieu *in vitro* par le concours de deux substances ou de deux groupes de substances. Une de ces substances est soluble et peut être extraite par l'eau. Cette substance dialyse, elle est précipitée par l'alcool, elle n'est pas précipitée par l'acide acétique ou par l'acide chlorhydrique, elle n'est pas détruite par l'ébullition et peut être concentrée jusqu'à siccité sans perdre ses propriétés (1).

Après avoir constaté la présence d'une substance activante dans les muscles, nous avons recherché si elle existe aussi dans les autres tissus.

Mlle MOROZOWITCH a étudié dans sa dissertation inaugurale, faite sous notre direction (2), la richesse de différents tissus, quant à la quantité de substance soluble qui augmente les combustions. Mlle MOROZOWITCH a fait agir l'extrait des tissus sur le diaphragme de bœuf ou de cheval privé en grande partie des substances qui sont solubles dans l'eau (résidu musculaire). Mlle MOROZOWITCH a constaté que plusieurs tissus et surtout les muscles fournissent des extraits qui ont la propriété d'augmenter les échanges gazeux du résidu musculaire. Les extraits d'autres tissus, tels que le poumon, la rate, la thyroïde, etc. ont au contraire une action très peu nette sur l'activité respiratoire du résidu musculaire. A notre connaissance aucun autre travail n'a été publié sur ce sujet.

Nous allons étudier plus en détail l'influence que les extraits des différents tissus et les liquides de l'organisme exercent sur les échanges gazeux des tissus.

Dans les expériences de Mlle MOROZOWITCH l'alcalinité du milieu était produite par l'addition de Na^2CO^3 à 5 pour 1000. Or nous avons constaté depuis lors que par l'addition de phosphate de Na on élève les échanges gazeux du résidu musculaire employé seul (*Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 737). D'un autre côté le phosphate augmente l'activation qui se produit dans les échanges du résidu par l'addition des extraits de plusieurs tissus. On pouvait, par conséquent, faire deux objections aux résultats obtenus par Mlle MOROZOWITCH. On pouvait d'abord supposer que les extraits des tissus, qui élevaient les échanges gazeux du résidu, agissaient simplement au moyen du phosphate qu'ils renfermaient. On pouvait d'autre part penser que les extraits de plusieurs tissus se montraient inactifs parce que le mélange ne contenait pas suffisamment de phosphate. Nous avons donc repris les expériences de Mlle MOROZOWITCH en ajoutant au carbonate une quantité suffisante de phosphate.

(1) BATTELLI et STERN. Activation des oxydations organiques par les extraits des tissus animaux. *C. R. Soc. Biol.*, 1907, LXII, 1110.

(2) MOROZOWITCH. Activation des combustions musculaires élémentaires par les extraits des différents tissus animaux. *Thèse de Genève*, 1907.

Digitized by Google

II. — Méthode.

La méthode générale employée pour étudier les échanges gazeux des tissus est celle dont nous nous sommes servis jusqu'ici. Elle consiste à ajouter aux tissus broyés un liquide approprié et à soumettre le mélange à une agitation énergique dans une atmosphère d'O^2 à la température de 38° environ. A la fin de l'expérience on dose les quantités d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé.

Lorsqu'on veut étudier l'influence exercée par un extrait sur l'activité respiratoire des tissus, on peut procéder de différentes manières.

On peut choisir comme réactif un muscle pâle (de jeune chien, de cobaye, etc.). Mais ces muscles pâles possèdent déjà par eux-mêmes des échanges gazeux assez élevés. L'augmentation produite par l'influence des extraits n'est pas toujours très nette. Les muscles rouges, non privés des substances solubles qu'ils renferment, ne peuvent pas être employés, parce que très souvent ils présentent un maximum d'activité respiratoire, qui ne peut pas être dépassé par l'addition d'un extrait.

On peut aussi employer comme réactif le foie, le rein, le cerveau, etc. pris quelque temps après la mort. Mais il est difficile de pouvoir dire à quel moment il faut se servir de ces organes. Si on les prend immédiatement après la mort, ils possèdent encore une activité respiratoire assez élevée, et l'addition d'un extrait peut n'exercer qu'une influence peu marquée. Si on attend trop longtemps, l'extrait ne fait plus augmenter les échanges gazeux du réactif. (*Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 737). Il nous faudrait en outre employer presque toujours les organe d'animaux de laboratoire, parce que les organes qui nous sont fournis par l'abattoir ne nous parviennent guère avant une heure ou une heure et demie après la mort de l'animal, et ils ont alors perdu souvent la propriété d'être activés par l'addition des extraits.

Le meilleur procédé consiste à priver les muscles rouges des substances qui sont solubles dans l'eau. On obtient ainsi un résidu musculaire, dont les échanges gazeux sont généralement très faibles, si on prend les précautions voulues. C'est cette méthode que nous avons employée dans le plus grand nombre de nos expériences destinées à étudier les propriétés activantes des différents extraits.

Préparation du résidu musculaire. — C'est le diaphragme de bœuf ou de cheval qui nous a donné jusqu'ici les meilleurs résultats. Nous avons déjà exposé ailleurs (*Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 737) la manière de préparer le résidu musculaire et les précautions qu'il est nécessaire de prendre.

Préparation des extraits tissulaires. — Les tissus pris aussi frais que possible sont finement broyés au moyen d'une hacheuse. On ajoute 1.5 volume d'eau et on agite pendant 10 minutes. On exprime ensuite à travers un linge à l'aide d'une presse ordinaire s'il s'agit d'un muscle, ou bien on comprime le linge simplement avec la main quand il s'agit d'un tissu peu résistant, tel que le foie, le cerveau, etc. On obtient ainsi un liquide trouble.

Digitized by Google

Nous avons démontré (1) que les extraits de plusieurs tissus tels que la rate, le testicule, le cerveau, etc. contiennent des substances qui diminuent les échanges gazeux musculaires. L'action inhibitrice est abolie si on soumet ces extraits à l'ébullition; en outre les substances inhibitrices sont précipitées par les acides acétique ou chlorhydrique. D'un autre côté, les substances qui activent les combustions musculaires ne sont pas précipitées, comme nous l'avons déjà dit, par les acides, et ne sont pas détruites par l'ébullition. Par conséquent, dans un grand nombre d'expériences, nous avons fait bouillir pendant 5 minutes les extraits des tissus, ou nous les avons soumis à la centrifugation, après les avoir acidifiés. Les extraits, traités de cette manière, devaient conserver les substances activantes que nous étudions ici, et ne devaient pas contenir les substances inhibitrices.

Extraits dialysés. — Les substances contenues dans les muscles et qui activent les combustions tissulaires passent à travers la membrane du dialyseur. Au contraire les substances inhibitrices du tissu ne dialysent pas. On peut par conséquent soumettre à la dialyse l'extrait d'un organe et employer le dialysat pour augmenter les échanges gazeux des tissus.

Dans nos expériences nous avons procédé de la manière suivante :

Cent grammes de tissu broyé sont additionnés de 100 cm^3 d'eau. On place le mélange dans un dialyseur, plongé dans 300 cm^3 d'eau et conservé à basse température. Au bout de 24 heures on emploie le liquide extérieur (dialysat).

Alcalinité du mélange. — Dans la majorité des cas nous avons employé le carbonate neutre de Na, à la concentration de 5 pour 1000, additionné de phosphate de Na légèrement amphotérique à la concentration de 0.8 pour 1000 calculée en P^2O^5. Dans quelques cas nous avons eu recours à l'hydrate de Na à la concentration de 1 pour 1000, additionné de phosphate de Na amphotérique à la concentration de 1.4 pour 1000 calculée en P^2O^5. Pour obtenir du phosphate amphotérique nous ajoutions du ClH au phosphate disodique jusqu'à réaction faiblement amphotérique. Si on multiplie la valeur de P^2O^5 par 5 on a la concentration en phosphate disodique Na^2HPO^4, $12H^2O$.

Introduction de l'O^2 dans les flacons. — Les échanges gazeux des tissus étant plus élevés dans une atmosphère d'O^2 pur que dans l'air, les flacons sont remplis d'O^2 avant d'être soumis à l'agitation. Après avoir introduit les différentes substances dans le flacon, on y fait rapidement le vide au moyen d'une trompe à eau. On y laisse ensuite entrer de l'O^2 pur.

Appareil agitateur et dosage des gaz.—L'appareil agitateur ainsi que la manière de doser les quantités d'O^2 absorbé et de CO^2 dégagé ont été décrits en détail dans notre premier mémoire. (*Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 1).

(1) Battelli et Stern. Action des différents tissus animaux sur le pouvoir oxydant des muscles. *C. R. Soc. Biol.*, 1907, LXII, 596.

Id. Nouvelles recherches sur l'action que les différents tissus animaux exercent vis-à-vis de la respiration musculaire. *C. R. Soc. Biol.*, 1907, LXII, 832.

Digitized by Google

III. — Activité respiratoire des résidus musculaires et des extraits tissulaires pris isolément.

L'activité respiratoire des résidus et des extraits musculaires a été déjà étudiée par nous dans un mémoire précédent (*Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 737). Nous n'y reviendrons pas ici. Nous rappelons seulement que pour obtenir des résidus appropriés au but de ces expériences, il faut ajouter des quantités d'eau différentes suivant l'excitabilité du muscle. Les extraits musculaires présentent toujours des échanges gazeux extrêmement faibles. L'activité respiratoire des résidus est de même peu élevée dans la grande majorité des cas, mais dans quelques expériences elle devient assez considérable et l'addition des extraits tissulaires ne produit qu'une augmentation peu nette des échanges gazeux. Le but de l'expérience est alors à peu près complètement manqué.

Comme nous l'avons déjà dit, pour avoir des extraits, on ajoutait aux tissus broyés 1.5 volume d'eau, on agitait pendant 10 minutes et on exprimait le tout à travers un linge. Le liquide trouble ainsi obtenu était employé tel quel, ou bien il était d'abord porté à l'ébullition, ou bien encore il était acidifié par de l'acide acétique ou par de l'HCl et soumis à la centrifugation. Le liquide qui surnage est neutralisé par NaOH avant de s'en servir. Le liquide neutralisé est désigné dans le tableau sous le nom de centrifugat acétique ou chlorhydrique.

Nous ne rapportons dans le tableau I que les résultats de quelques expériences types. Il serait superflu d'en multiplier le nombre.

Les expériences du tableau I démontrent d'abord que les extraits des différents organes pris tels quels, présentent des échanges gazeux très faibles. C'est l'extrait du foie qui est généralement le plus actif. Dans nos expériences l'extrait de foie a absorbé une quantité d'O^2 de beaucoup inférieure à celle trouvée par Abelous dans ses recherches [1]. La cause de cette différence doit être attribuée au fait qu'Abelous obtenait ses extraits en soumettant les tissus broyés à la pression d'une presse puissante. La plus grande partie des débris cellulaires d'un organe peu résistant, tel que le foie, devait passer dans l'extrait.

Les extraits débarrassés des substances non dissoutes soit par l'ébullition,

[1] Abelous. Sur les échanges gazeux entre l'air et les sucs d'organes en présence de fluorure de sodium. *C. R. Soc. Biol.*, 1907, LXII, 393.

Digitized by Google

TABLEAU I.

Activité respiratoire des extraits de différents tissus. La durée de l'agitation est de 30 minutes dans toutes les expériences; la quantité de l'extrait toujours de 100 cc. Le milieu est alcalinisé par un mélange de CO^3Na^2, $12H^2O$ à 5 pour 1000 et de phosphate amphotérique de Na correspondant à une concentration de 0.8 pour 1000 de P^2O^5.

NATURE DE L'EXTRAIT	O^2 absorbé	CO^2 dégagé
	cc.	cc.
I. Extrait de muscle de bœuf, tel quel	6	11
Le même extrait bouilli	0	3
Centrifugat acétique de ce même extrait	1	4
II. Extrait de foie de mouton, tel quel	9	14
Le même extrait bouilli	2	4
Centrifugat acétique de ce même extrait	3	5
III. Extrait de rein de cheval, tel quel	4	10
Le même extrait bouilli	0	3
Centrifugat acétique de ce même extrait	0	3
IV. Extrait de poumon de cheval, tel quel	2	5
Le même bouilli	0	3
Centrifugat acétique de ce même extrait	0	2
V. Extrait de cerveau de mouton, tel quel	2	4
Le même bouilli	0	3
Centrifugat acétique de ce même extrait	1	3
VI. Extrait de poumon de bœuf, tel quel	6	15
Le même bouilli	0	6
Centrifugat acétique de ce même extrait	1	4
VII. Extrait de rates de mouton, tel quel	2	6
Le même bouilli	0	1
Centrifugat acétique de ce même extrait	0	0
VIII. Extrait de thyroïde de bœuf, tel quel	2	5
Le même bouilli	0	0
Centrifugat acétique de ce même extrait	0	0
IX. Extrait de thymus d'agneau, tel quel	3	6
Le même bouilli	0	0
Centrifugat acétique de ce même extrait	0	0
X. Extrait de testicule de bélier, tel quel	5	8
Le même bouilli	0	3
Centrifugat acétique de ce même extrait	0	2
XI. Extrait de la subst. corticale des capsules surrénales de bœuf, tel quel	2	7
Le même bouilli	0	1
Centrifugat acétique de ce même extrait	0	2
XII. Extrait de la subst. médullaire des capsules surrénales de bœuf, tel quel	37	6
Le même bouilli	32	2
Centrifugat acétique de même extrait	34	3

Digitized by Google

soit par précipitation à l'aide d'une acidité faible, perdent la propriété d'absorber l'O^2. Les processus d'oxydation paraissent donc être liés à la présence des débris cellulaires dans le liquide. D'autre part nous constatons que les organes examinés dans le tableau I ne possèdent pas, en quantité appréciable, des substances facilement autoxydables. Seule la substance médullaire des capsules surrénales fait exception. En employant l'extrait de la substance médullaire, même bouilli, on constate une absorption d'O^2 très considérable, due probablement à l'oxydation de l'adrénaline. En effet l'adrénaline pure s'oxyde en milieu alcalin, comme il a été démontré par l'un de nous [1]. Cette oxydation de l'adrénaline dans l'extrait de la substance médullaire ne va pas jusqu'à la production de CO^2.

IV. — Influence des extraits de foie, de rein, de pancréas, de poumon et de cerveau sur les échanges gazeux du résidu musculaire.

Dans les expériences dont nous allons exposer les résultats, les extraits des différents organes ont été traités d'après les méthodes indiquées plus haut. Dans quelques cas ils ont été employés tels quels, dans d'autres cas ils ont été préalablement bouillis, ou bien soumis à la centrifugation après avoir été faiblement acidifiés par l'acide acétique ou chlorhydrique (1.5 pour 1000 environ). Le centrifugat était neutralisé par une solution de NaOH avant d'être ajouté au résidu musculaire. Dans quelques expériences on a étudié l'action du dialysat des extraits de différents organes.

Des recherches précédentes (*Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 737) nous ont montré que l'extrait musculaire de bœuf ou de cheval augmente toujours considérablement l'activité respiratoire du résidu musculaire. Nous avons par conséquent comparé dans toutes les expériences, l'action de l'extrait musculaire à celle des extraits des différents organes.

Nous ne rapportons dans le tableau II qu'un petit nombre d'expériences types. Nous ne publions pas, pour abréger, un grand nombre d'autres expériences, dont les résultats viendraient confirmer ceux que nous exposons ici.

Dans toutes les expériences on a employé 70 cc. de liquide pour 30 gr. de résidu musculaire. Lorsque la quantité de l'extrait n'atteignait pas 70 cc., on ajoutait la quantité d'eau nécessaire pour compléter ce volume. Cette addition supplémentaire d'eau n'est pas indiquée dans le tableau. La proportion de carbonate et de phosphate était calculée pour 100 cc. de liquide.

[1] Battelli. Transformation de l'adrénaline in vitro. *C. R. Soc. Biol.*, 1902, LIV, 1435.

Digitized by Google

Pour simplifier le calcul, les 30 gr. de résidu musculaire étaient considérés comme correspondant à 30 cc. de liquide.

TABLEAU II.

Influence des extraits de foie, de rein, de pancréas, de poumon et de cerveau sur l'activité respiratoire du résidu musculaire. La durée de l'agitation est de 30 minutes. dans toutes les expériences. Les lettres : R indique le résidu ; E, l'extrait ; M, le muscle. Les volumes d'eau ajoutés au muscle broyé, pour obtenir le résidu musculaire, sont exprimés par l'abréviation : vol. L'alcalinité du milieu est obtenue par un mélange de CO^3Na^2, $12H^2O$ à 5 p. 1000 et de phosphate amphotérique de Na à 0.8 p. 1000 de P^2O^5. Dans toutes les expériences on a 30 gr. de résidu musculaire et 70 cc. de liquide.

Nature du résidu	Nature et quantité des extraits		O^2 abs.	CO^2 dég.
I. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	22	15
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	40	33
»	E. de foie de »	(30 cc.)	22	13
»	»	(70 cc.)	26	18
»	Centrifugat acétique de foie	(30 cc.)	35	27
»	»	(70 cc.)	37	31
II. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	13	12
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	33	35
»	E. de foie de bœuf, tel quel	(30 cc.)	27	21
»	»	(70 cc.)	31	24
»	Centrifugat acétique de foie	(30 cc.)	32	27
»	»	(70 cc.)	36	29
»	Dialysat de foie	(70 cc.)	28	22
III. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	5	2
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	36	28
»	E. de foie de mouton, tel quel	(70 cc.)	20	19
»	E. bouilli de foie	(70 cc.)	17	11
»	Centrifugat acétique de foie	(70 cc.)	22	20
IV. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	18	15
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	52	50
»	E. de foie de mouton, tel quel	(70 cc.)	27	23
»	E. bouilli de foie	(70 cc.)	34	27
»	Centrifugat acétique de foie	(70 cc.)	49	38
»	Dialysat de foie	(30 cc.)	31	26
»	»	(70 cc.)	43	35
V. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	9	5
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	38	37
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(30 cc.)	18	12
»	»	(70 cc.)	21	16
»	Dialysat de foie	(30 cc.)	15	14
»	»	(70 cc.)	23	29
VI. R. de M. de cheval 4 vol.	Eau	(70 cc.)	22	17
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	49	45
»	E. bouilli de foie de bœuf	(30 cc.)	34	28
»	»	(70 cc.)	40	31
»	Centrifugat acétique de foie	(30 cc.)	38	32
»	»	(70 cc.)	41	35
»	Dialysat de foie	(30 cc.)	32	28
»	»	(70 cc.)	41	33

Digitized by Google

Nature du résidu	Nature et quantité des extraits		O^2 abs.	CO^2 dég.
VII. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	4	1
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	35	34
»	E. de rein de cheval, tel quel	(70 cc.)	15	11
»	Centrifugat acétique de rein	(30 cc.)	10	6
»	»	(70 cc.)	12	7
»	E. de poumon de chev., tel quel	(70 cc.)	9	6
»	Centrifugat acét. de poumon	(30 cc.)	5	5
»	»	(70 cc.)	10	7
VIII. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	17	12
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	36	30
»	E. de rein de cheval, tel quel	(70 cc.)	14	12
»	Centrifugat acétique de rein	(30 cc.)	27	20
»	»	(70 cc.)	35	27
»	E. de poumon de chev., tel quel	(70 cc.)	22	18
»	Centrifugat acét. de poumon	(30 cc.)	23	17
»	»	(70 cc.)	26	21
IX. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	7	3
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	30	33
»	E. de rein de cheval, tel quel	(70 cc.)	10	8
»	Centrifugat acétique de rein	(30 cc.)	17	14
»	»	(70 cc.)	20	17
»	E. de poumon de chev., tel quel	(70 cc.)	15	13
»	Centrifugat acét. de poumon	(30 cc.)	12	8
»	»	(70 cc.)	19	18
X. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	13	14
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	34	36
»	Centrif. acét. de rein de cheval	(30 cc.)	19	18
»	»	(70 cc.)	26	25
»	Dialysat de rein de cheval	(70 cc.)	17	16
»	E. de poumon de chev., tel quel	(70 cc.)	16	18
»	Centrifugat acét. de poumon	(30 cc.)	23	24
»	»	(70 cc.)	29	26
XI. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc;)	16	14
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	42	41
»	E. de rein de cheval, tel quel	(70 cc.)	15	17
»	E. bouilli de rein	(70 cc.)	17	19
»	Centrifugat acétique de rein	(70 cc.)	27	24
»	E. de poumon de chev., tel quel	(70 cc.)	24	23
»	Centrifugat acét. de poumon	(70 cc.)	28	28
XII. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	10	11
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	37	36
»	E. bouilli de rein de cheval	(70 cc.)	31	20
»	Centrifugat acétique de rein	(70 cc.)	32	21
»	Dialysat de rein	(70 cc.)	24	17
»	E. de poumon de cheval, tel quel	(70 cc.)	12	14
»	E. bouilli de poumon	(70 cc.)	13	16
»	Centrifugat acét. de poumon	(70 cc.)	27	29
XIII. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	5	6
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	49	46
»	E. de pancréas de bœuf, tel quel	(70 cc.)	24	25
»	Centrifugat acét. de pancréas	(70 cc.)	31	26
»	E. bouilli de cerveau de chien	(70 cc.)	33	28

Digitized by Google

Nature du résidu	Nature et quantité des extraits		O^2 abs.	CO^2 dég.
XIV. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	9	8
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	35	34
»	E. de pancréas de chev., tel quel	(70 cc.)	7	8
»	E. bouilli de pancréas de cheval	(70 cc.)	11	10
»	» bœuf	(70 cc.)	13	14
»	Centrif. acét. de pancréas »	(30 cc.)	12	13
»	»	(70 cc.)	24	22
»	Centrif. acétique de cerveau de mouton	(70 cc.)	27	24
XV. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	6	2
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	32	
»	E. de pancréas de bœuf, tel quel	(70 cc.)	8	
»	E. bouilli de pancréas	(70 cc.)	11	
»	Centrifugat acét. de pancréas	(70 cc.)	23	20
»	E. de cerveau de mouton, tel quel	(70 cc.)	14	11
»	E. bouilli de cerveau	(70 cc.)	21	16
»	Centrifugat acét. de cerveau	(70 cc.)	16	12

Les expériences du tableau II démontrent que les extraits de tous les organes qui ont été examinés présentent, à un degré plus ou moins élevé, la propriété d'augmenter les échanges gazeux du résidu musculaire.

Les extraits qui ont été employés tels quels, c'est-à-dire qui n'ont pas été préalablement débarrassés des substances inhibitrices qu'ils renferment, ne produisent souvent que des élévations faibles ou presque nulles dans l'activité respiratoire du résidu musculaire. Mais l'influence activante de ces mêmes extraits apparaît manifeste si on éloigne les substances inhibitrices par un des procédés que nous avons indiqués. Les centrifugats des différents extraits, obtenus après traitement par l'acide acétique, se sont montrés généralement plus actifs que les extraits bouillis. Du reste les extraits de muscles se comportent le plus souvent de la même manière; portés à l'ébullition ils présentent une diminution dans leur propriété d'augmenter les échanges gazeux des tissus.

La substance activante contenue dans l'extrait de foie et de rein traverse la membrane du dialyseur, comme le fait la substance activante de l'extrait musculaire. Nous n'avons pas examiné à ce point de vue les autres organes étudiés dans le tableau II, mais nous verrons que l'extrait de rate se comporte comme l'extrait de muscle, de foie et de rein. Il est donc probable que la substance activante de tous les organes présente la propriété de dialyser, ce qui est encore un argument en faveur de l'identité de la substance activante dans tous les tissus.

Les extraits de foie, débarrassés des substances inhibitrices, ont souvent

Digitized by Google

produit une augmentation des échanges gazeux du résidu presqu'aussi grande que celle due à l'influence de l'extrait musculaire. Les extraits de rein, de poumon, de pancréas et de cerveau se sont montrés un peu moins actifs, et dans quelques expériences, l'addition de ces extraits n'a produit qu'une élévation très faible des échanges gazeux du résidu musculaire. Il est difficile de dire si ce résultat était dû au fait que l'extrait contenait une quantité très peu élevée de substance activante, ou bien si le réactif musculaire était plus difficile à activer que dans les autres expériences.

V. — Influence des extraits de rate, de thymus, de thyroïde, de capsule surrénale et de testicule sur les échanges gazeux du résidu musculaire.

La préparation des extraits ainsi que les autres conditions expérimentales sont les mêmes que dans le chapitre précédent. Les résultats de ces recherches sont rapportés dans le tableau III. Nous ne publions ici qu'un petit nombre d'expériences types.

Les expériences du tableau III démontrent que l'extrait de rate, débarrassé des substances inhibitrices qu'il renferme, produit une activation élevée dans les échanges gazeux du résidu musculaire. Les extraits des autres organes étudiés dans le tableau III contiennent une quantité moins grande de substance activante, et c'est surtout l'extrait de thyroïde de bœuf qui paraît en être le plus pauvre.

Les quelques considérations que nous avons faites à propos du tableau II s'appliquent aussi aux résultats du tableau III.

Il est impossible d'établir une comparaison exacte entre les différents organes au point de vue de la quantité de substance activante qu'ils renferment. La plus grande difficulté consiste dans le fait que le réactif musculaire change d'une expérience à l'autre. Dans quelques cas il a atteint le maximum d'activité respiratoire par l'addition d'une petite quantité d'extrait, dans d'autres cas au contraire il faut en ajouter une assez grande quantité pour obtenir des échanges gazeux élevés. On peut dire toutefois d'une manière générale que c'est l'extrait de muscle de bœuf ou de cheval qui possède au plus haut degré la propriété d'augmenter l'activité respiratoire du résidu musculaire. Viennent ensuite les extraits du foie et de la rate. On peut placer en troisième rang les extraits de rein, de poumon, de pancréas, de cerveau, de thymus, de thyroïde et de la substance corticale des capsules surrénales. C'est finalement la thyroïde de bœuf qui fournit l'extrait le moins approprié à activer les échanges gazeux du résidu musculaire.

Digitized by Google

TABLEAU III.

Influence des extraits de rate, de thymus, de thyroïde, de capsule surrénale et de testicule sur l'activité respiratoire du résidu musculaire. Les lettres R, E et M ont la même signification que dans le tableau II. Les conditions expérimentales sont aussi les mêmes.

Nature du résidu.	Nature et quantité des extraits.		O^2 abs.	CO^2 dég.
I. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	11	8
»	E. de M. de bœuf, tel quel	(70 cc.)	43	42
»	E. de rate de bœuf, tel quel	(70 cc.)	13	12
»	E. de rate bouilli	(70 cc.)	29	25
»	Centrifugat acétique de rate	(70 cc.)	28	27
»	Dialysat de rate	(30 cc.)	22	17
»	»	(70 cc.)	34	31
II. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	9	5
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	33	35
»	E. de rate de mouton, tel quel	(70 cc.)	10	8
»	E. bouilli de rate	(70 cc.)	35	28
»	Centrifugat acétique de rate	(70 cc.)	34	26
»	Dialysat de rate	(30 cc.)	14	9
»	»	(70 cc.)	29	20
III. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	12	11
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	38	37
»	E. bouilli de rate de bœuf	(70 cc.)	21	18
»	Centrifugat acétique de rate	(70 cc.)	29	26
»	E. frais de thymus d'agneau	(70 cc.)	13	12
»	Centrifugat acét. de thymus	(30 cc.)	21	17
»	»	(70 cc.)	27	21
»	Centrifugat acétique de testicule de bélier	(70 cc.)	24	27
IV. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	12	7
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	38	37
»	E. de thymus d'agneau, tel quel	(70 cc.)	21	20
»	E. bouilli de thymus	(70 cc.)	19	18
»	»	(35 cc.)	27	24
»	Centrifugat acét. de thymus	(70 cc.)	31	28
»	E. de testic. de bélier, tel quel	(70 cc.)	18	14
»	Centrifugat acét. de testicule	(70 cc.)	25	21
V. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	1	3
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	34	36
»	E. de thymus d'agneau, tel quel	(70 cc.)	16	15
»	E. bouilli de thymus	(70 cc.)	17	14
»	Centrifugat acét. de thymus	(70 cc.)	29	24
»	E. de testicule de bélier, tel quel	(70 cc.)	6	8
»	E. bouilli de testicule	(70 cc.)	18	17
»	Centrifugat acét. de testicule	(70 cc.)	13	11
VI. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	9	8
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	45	44
»	E. de thymus d'agneau, tel quel	(70 cc.)	11	10
»	E. bouilli de thymus	(70 cc.)	18	16
»	Centrifugat acét. de thymus	(70 cc.)	20	16

Digitized by Google

Nature du résidu.	Nature et quantité des extraits.		O^2 abs.	CO^2 dég.
VI. R. de M. de bœuf à 2 vol.	E. de testic. de bélier, tel quel	(70 cc.)	8	11
»	E. bouilli de testicule	(70 cc.)	16	18
»	Centrifugat acét. de testicule	(70 cc.)	19	18
VII. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	12	16
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	33	35
»	E. de thyroïde de bœuf, tel quel	(70 cc.)	16	17
»	E. bouilli de thyroïde	(70 cc.)	19	17
»	Centrifugat acét. de thyroïde	(70 cc.)	20	18
»	E. de surrénale-corticale de bœuf, tel quel	(70 cc.)	25	24
»	E. bouilli de corticale	(70 cc.)	28	23
»	Centrifugat acét. de corticale	(70 cc.)	29	25
VIII. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	14	11
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	36	34
»	E. de thyroïde de bœuf, tel quel	(70 cc.)	15	13
»	E. bouilli de thyroïde	(70 cc.)	19	15
»	Centrifugat acét. de thyroïde	(70 cc.)	18	13
»	E. de surrénale-corticale de bœuf, tel quel	(70 cc.)	21	17
»	E. bouilli de corticale	(70 cc.)	22	16
»	Centrifugat acét. de corticale	(70 cc.)	20	14
IX. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	8	5
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	34	31
»	E. bouilli de thyroïde de bœuf	(30 cc.)	10	9
»	»	(70 cc.)	11	10
»	Centrifugat acét. de thyroïde	(30 cc.)	12	10
»	»	(70 cc.)	13	11
»	Centrifugat acétique de surrénale-corticale de bœuf	(30 cc.)	12	10
»	»	(70 cc.)	18	13
X. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	9	4
»	E de M. de bœuf	(70 cc.)	34	33
»	E. de thyroïde de bœuf, tel quel	(70 cc.)	14	9
»	Centrifugat acét. de thyroïde	(30 cc.)	18	13
»	»	(70 cc.)	21	15
»	E. de surrénale-corticale de bœuf, tel quel	(70 cc.)	18	15
»	Centrifugat acét. de surrénale	(30 cc.)	29	26
»	»	(70 cc.)	32	30

VI. — Influence des liquides de l'organisme sur les échanges gazeux du résidu musculaire.

Nous avons examiné l'action du sang, du lait, de l'urine et de la bile. Le sang augmente l'activité respiratoire du muscle, du foie, du rein et du cerveau, lorsque ces tissus sont examinés à l'état frais, comme nous l'avons

Digitized by Google

montré dans un travail précédent (1). Cette augmentation est due surtout à l'influence des éléments figurés. Nous avons étudié ici l'activation des échanges gazeux du résidu musculaire par le sang total et par les globules ou le sérum pris isolément.

Le sang était défibriné par le battage. Le sérum était séparé des globules par centrifugation. Les globules étaient privés de sérum par lavage à l'eau salée au moyen de la centrifugation et ramenés au volume primitif du sang par l'addition d'eau salée isotonique.

Nous avons aussi examiné l'action du dialysat des globules ou du sang total et celle de l'extrait des globules bouillis.

Le dialyseur renfermant 100 cc. de sang ou de globules lavés était plongé dans 100 cc. d'eau, et gardé à basse température pendant 24 heures.

L'extrait bouilli des globules était préparé de la manière suivante. Après avoir lavé les globules par l'eau salée, on les ramenait au volume primitif du sang par l'addition d'eau distillée. Les globules hémolysés étaient alors portés à la température d'ébullition et le caillot formé était exprimé à travers un linge pour obtenir l'extrait.

Dans quelques cas le sérum a été employé tel quel, sans addition de carbonate ou de phosphate. Dans d'autres cas on a augmenté son alcalinité par l'addition de carbonate de Na dans la proportion de 2 pour 1000 et de phosphate de Na amphotérique dans la proportion de 0.4 pour 1000 calculé en P^2O^5.

Nous ne rapportons dans le tableau IV qu'un petit nombre d'expériences types, dont les résultats ont été confirmés par d'autres que, pour abréger, nous ne rapportons pas ici.

Les expériences du tableau IV démontrent que le lait de vache et l'urine humaine, pris à l'état frais ou préalablement soumis à l'ébullition, ne produisent pas une augmentation appréciable dans les échanges gazeux du résidu musculaire. Ces liquides paraissent donc être dépourvus de la substance qui active les oxydations tissulaires.

La bile, comme il fallait s'y attendre, abolit l'activité respiratoire du résidu musculaire, car les sels biliaires sont fortement inhibiteurs vis-à-vis des combustions des tissus (2).

(1) *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 410.

(2) Mlle STERN. Communication au Congrès International des Physiologistes à Heidelberg, 1907. Ces *Archives*. V. fascic. IV. [85].

Digitized by Google

TABLEAU IV.

Influence des liquides de l'organisme sur l'activité respiratoire du résidu musculaire. Les lettres R, E et M ont la même signification que dans le tableau II. Les conditions expérimentales sont aussi les mêmes.

Nature du résidu.	Nature du liquide.		O^2 abs.	CO^2 dég.
I. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	8	7
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	39	37
»	Globules de bœuf	(30 cc.)	16	15
»	»	(70 cc.)	22	19
»	Sang de bœuf	(30 cc.)	14	17
»	»	(70 cc.)	18	21
»	Sérum de bœuf alcalinisé	(70 cc.)	13	10
»	Sérum de bœuf, tel quel	(70 cc.)	14	19
II. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	4	2
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	36	34
»	Sang de chien	(30 cc.)	17	18
»	»	(70 cc.)	19	19
»	Globules de chien	(30 cc.)	16	17
»	»	(70 cc.)	20	17
»	Sérum de chien, tel quel	(70 cc.)	12	16
»	Sérum de chien alcalinisé	(70 cc.)	9	7
III. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	10	11
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	43	44
»	Sang de chien	(70 cc.)	34	37
»	Globules de chien	(70 cc.)	36	31
»	E. de globules bouillis de chien	(70 cc.)	12	10
»	Dialysat de sang de chien	(70 cc.)	10	9
IV. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	19	14
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	46	42
»	Sang de bœuf	(70 cc.)	27	25
»	Globules de bœuf	(70 cc.)	35	28
»	E. de globules bouillis de bœuf	(70 cc.)	28	25
»	Dialysat de globules de bœuf	(70 cc.)	25	19
»	Sérum de bœuf, tel quel	(70 cc.)	17	23
»	Sérum de bœuf alcalinisé	(70 cc.)	20	18
V. R. de M. de bœuf à 4 vol.	Eau	(70 cc.)	9	5
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	38	35
»	Bile de bœuf	(10 cc.)	0	3
»	»	(30 cc.)	0	2
»	Lait frais de vache	(30 cc.)	12	9
»	»	(70 cc.)	7	6
»	Lait bouilli	(30 cc.)	11	10
»	»	(70 cc.)	5	7
VI. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Eau	(70 cc.)	6	3
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	40	37
»	Bile de bœuf	(30 cc.)	0	1
»	Lait frais de vache	(30 cc.)	8	7
»	Lait bouilli	(30 cc.)	10	9

Digitized by Google

Nature du résidu.	Nature du liquide.		O^2 abs.	CO^2 dég.
VI. R. de M. de bœuf à 3 vol.	Centrifugat acétique de lait	(30 cc.)	9	7
»	Urine humaine fraiche	(30 cc.)	8	8
»	Urine bouillie	(30 cc.)	7	5
VII. R. de M. de bœuf à 2 vol.	Eau	(70 cc.)	11	7
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	46	41
»	Lait frais de vache	(30 cc.)	14	9
»	»	(70 cc.)	9	6
»	Centrifugat acétique de lait	(30 cc.)	15	12
»	Urine humaine fraiche	(30 cc.)	13	10
»	»	(70 cc.)	8	6
»	Urine bouillie	(30 cc.)	14	12

Le sang et surtout les globules lavés augmentent les échanges gazeux du résidu musculaire, mais cette action favorisante est loin d'atteindre celle de l'extrait musculaire. Le dialysat des globules et l'extrait bouilli produisent dans quelques cas une faible augmentation dans l'activité respiratoire du résidu musculaire, et dans d'autres cas leur action est à peu près nulle. L'influence favorisante des globules paraît donc être due surtout à la présence de l'hémoglobine. Il nous est impossible de dire actuellement si l'hémoglobine agit uniquement comme transporteur d'oxygène, en facilitant l'arrivée de ce gaz au contact des cellules, ou bien si elle intervient d'une manière active dans les combustions des tissus.

Le sérum sanguin ne possède qu'à un très faible degré la propriété d'augmenter l'activité respiratoire du résidu musculaire.

VII. — Influence des extraits du foie et de la rate sur l'activité respiratoire du foie et du rein.

Nous avons déjà montré dans un travail précédent (1) que l'extrait musculaire élève les combustions du foie, du rein et du cerveau, lorsque ces organes n'ont pas été pris trop longtemps après la mort. Nous avons fait des expériences pour rechercher si les échanges gazeux du foie et du rein pouvaient aussi êtres augmentés par les extraits du foie et de la rate. Nous avons choisi les extraits de ces deux organes parce que, si l'on excepte l'extrait musculaire, ils sont les plus riches en substance activante.

Pour avoir des organes assez frais nous avons employé comme réactifs le

(1) *Jour. Physiol. et Pathol. gén.*, 1907, 737.

Digitized by Google

foie et le rein de chien. Nous avons déjà insisté à plusieurs reprises sur le fait que plusieurs tissus tels que le foie, le rein, le cerveau, etc., qui peuvent être fournis par l'abattoir, nous arrivent trop tard après la mort de l'animal. Ces tissus ont très souvent perdu la plus grande partie de leur pouvoir respitoire, et en même temps leurs échanges gazeux ne peuvent plus être augmentés par l'addition d'extrait musculaire. Les chiens étaient tués par la saignée et les organes étaient laissés dans le corps de l'animal jusqu'au moment de s'en servir.

Les résultats de quelques expériences types sont exposés dans le tableau V. Les chiffres relatifs au temps écoulé après la mort indiquent l'intervalle compris entre la mort de l'animal et le commencement de l'agitation des ballons.

Les expériences du tableau V démontrent que les extraits de foie et de rate, débarrassés des substances inhibitrices qu'ils renferment, peuvent augmenter considérablement les échanges gazeux du foie et du rein.

Dans quelques cas le foie pris très rapidement après la mort présente déjà par lui-même des échanges respiratoires élevés. L'addition des extraits de muscle, de foie ou de rate reste alors sans effet (exp. III). Il est probable que les échanges gazeux du foie seul avaient déjà atteint le maximum de leur activité. Mais dans la majorité des cas le foie, même très frais, présente des échanges respiratoires dont l'intensité est augmentée par les extraits de muscle, de foie ou de rate.

Les extraits de muscle, de foie et de rate produisent à peu près la même élévation dans l'activité respiratoire du foie, lorsque celui-ci est employé rapidement après la mort. Si on laisse passer un certain laps de temps, une heure ou une heure et demie environ, les extraits de foie et de rate augmentent les échanges gazeux du foie beaucoup moins énergiquement que ne le fait l'extrait musculaire. Si on attend encore quelque temps, deux heures par exemple, les extraits de foie et de rate n'exercent plus qu'une influence à peu près nulle sur les échanges gazeux du foie, tandis que l'extrait musculaire est encore actif. Et finalement si on laisse passer trois ou quatre heures entre le moment de la mort et le commencement de l'expérience, les échanges gazeux du foie ne sont plus augmentés par l'addition de l'extrait musculaire. Il va sans dire qu'il y a des différences individuelles assez marquées.

Le rein de chien se comporte d'une manière analogue à celle du foie de chien, mais il perd beaucoup plus vite la propriété d'être activé par les extraits de foie et de rate.

Digitized by Google

TABLEAU V.

Influence des extraits du foie et de la rate sur l'activité respiratoire du foie et du rein. Les lettres R, E et M ont la même signification que dans le tableau II. Les conditions expérimentales sont aussi les mêmes.

Nature du tissu	Nature et quantité des extraits		O^2 abs.	CO^2 dég.
I. Foie de chien 35 minutes après la mort (30 gr.)	Eau	(70 cc.)	26	17
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	42	26
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(70 cc.)	45	28
Même foie 85 minutes après la mort (30 gr.)	Eau	(70 cc.)	21	12
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	51	34
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(70 cc.)	32	21
II. Foie de chien 35 minutes après la mort (30 gr.)	Eau	(70 cc.)	48	30
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	67	41
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(70 cc.)	75	44
»	Centrif. acét. de rate de bœuf	(70 cc.)	64	41
Même foie 120 minutes après la mort (30 gr.)	Eau	(70 cc.)	23	16
»	E. de M. de bœuf	(70 cc.)	61	46
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(70 cc.)	43	28
»	Centrif. acét. de rate de bœuf	(70 cc.)	34	23
III. Foie de chien 30 minutes après la mort (25 gr.)	Eau	(60 cc.)	41	25
»	E. de M. de bœuf	(60 cc.)	44	28
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(60 cc.)	46	29
»	Centrif. acét. de rate de bœuf	(60 cc.)	42	25
Même foie 125 minutes après la mort (25 gr.)	Eau	(60 cc.)	17	14
»	E. de M. de bœuf	(60 cc.)	42	33
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(60 cc.)	21	19
IV. Foie de chien 32 minutes après la mort (20 gr.)	Eau	(50 cc.)	31	19
»	E. de M. de bœuf	(50 cc.)	49	36
»	Centrif. acét. de foie de mouton	(50 cc.)	48	29
»	Centrif. acét. de rate de mouton	(50 cc.)	51	30
Même foie 115 minutes après la mort (20 gr.)	Eau	(50 cc.)	12	11
»	E. de M. de bœuf	(50 cc.)	34	33
»	Centrif. acét. de foie de mouton	(50 cc.)	15	16
»	Centrif. acét. de rate de mouton	(50 cc.)	14	14
Même foie 3 heures après la mort (20 gr.)	Eau	(50 cc.)	11	12
»	E. de M. de bœuf	(50 cc.)	14	16
»	Centrif. acét. de foie de mouton	(50 cc.)	12	13
V. Rein de chien 45 minutes après la mort (25 gr.)	Eau	(60 cc.)	19	12
»	E. de M. de bœuf	(60 cc.)	74	43
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(60 cc.)	41	22

Digitized by Google

Nature du tissu	Nature et quantité des extraits		O^2 abs.	CO^2 dég.
VI. Rein de chien 64 minutes après la mort (20 gr.)	Eau	(50 cc.)	13	9
»	E. de M. de bœuf	(50 cc.)	49	34
»	Centrif. acét. de rate de bœuf	(50 cc.)	35	26
VII. Rein de chien 90 minutes après la mort (20 gr.)	Eau	(50 cc.)	9	7
»	E. de M. de bœuf	(50 cc.)	24	17
»	Centrif. acét. de foie de bœuf	(50 cc.)	13	10
VIII. Rein de chien 110 minutes après la mort (20 gr.)	Eau	(50 cc.)	11	8
»	E. de M. de bœuf	(50 cc.)	26	16
»	Centrif. acét. de rate de mouton	(50 cc.)	12	11

Cette différence entre l'action des extraits de foie et de rate et celle de l'extrait musculaire peut s'expliquer par le fait que les extraits de foie et de rate renferment, comme nous l'avons vu plus haut, moins de substance activante que l'extrait musculaire.

VIII. — Considérations générales.

Nous avons émis l'hypothèse que les combustions musculaires ont lieu par le concours de deux substances ou de deux groupes de substances. Une de ces substances est soluble et peut être extraite par l'eau; nous la désignons pour le moment sous le nom vague de substance activante. La substance activante ne se rencontre pas seulement dans les muscles, mais elle existe en quantité plus ou moins grande dans tous les tissus examinés. D'autre part la substance activante augmente les combustions de tous les tissus que nous avons étudiés à ce point de vue. En nous basant sur ces faits, nous élargissons notre hypothèse à tous les tissus et nous supposons que l'intervention de la substance activante est indispensable dans les combustions de tous les tissus.

On peut se demander pourquoi l'addition de substance activante aux muscles pâles, au foie, au rein, au cerveau, etc. augmente leurs échanges gazeux, du moment que ces tissus ne sont pas dépourvus de la substance activante. L'interprétation suivante nous paraît la plus plausible.

Nous avons constaté que pour élever les combustions d'un tissu il faut d'autant plus de substance activante que ce tissu est employé plus tardivement après la mort. On peut donc admettre que lorsque la vitalité d'un tissu est peu diminuée, il suffit d'une petite quantité de substance activante pour

Digitized by Google

arriver au maximum des échanges respiratoires. A mesure que la vitalité baisse, la quantité de substance activante doit augmenter pour obtenir le même effet. Si on attend trop longtemps après la mort, l'addition de substance activante reste sans effet. On constate des faits analogues dans la préparation du résidu musculaire. Lorsque le muscle de bœuf est très frais, les échanges du résidu restent très élevés si on a traité le muscle par un volume et demi d'eau. Mais en prenant le muscle plus tard, lorsqu'il n'est plus excitable, on obtient un résidu presque complètement dépourvu d'activité respiratoire après l'avoir traité avec le même volume d'eau. Dans le premier cas la quantité de substance activante qui était restée dans le résidu musculaire, était suffisante pour donner des échanges respiratoires élevés. Dans le second cas, où la vitalité du muscle était déjà bien diminuée, la même quantité de substance activante ne suffit plus pour produire des échanges gazeux intenses.

Si notre interprétation est exacte on peut aussi admettre que chez l'animal vivant les tissus contiennent la quantité de substance activante nécessaire pour assurer une intensité élevée dans les combustions. En effet, la vitalité des tissus étant intacte, il suffira d'une petite quantité de substance activante pour produire le maximum des échanges respiratoires.

L'influence de la substance activante sur les échanges gazeux du foie, du rein, du cerveau, etc., pourrait aussi être expliquée en admettant qu'elle neutralise en partie l'effet des substances inhibitrices que ces tissus renferment. Ce mécanisme d'action de la substance activante est probable, mais en tout cas il n'est pas le seul. En effet, comme nous venons de le voir, il suffit d'une petite quantité de substance activante pour élever à leur maximum d'intensité les échanges gazeux d'un tissu très frais, tandis que les tissus pris quelque temps après la mort ont besoin d'une quantité beaucoup plus grande de substance activante pour produire le même effet.

Quelle est la nature de la substance activante ? Nous l'ignorons. La substance activante dialyse, elle résiste à l'ébullition, peut être réduite à l'état sec sans perdre ses propriétés. On aurait donc pu supposer qu'elle est constituée par un ou plusieurs sels. Nous avons fait un grand nombre d'essais en employant une foule de sels organiques et inorganiques à bases différentes, mais sans aucun succès. La substance activante est détruite par calcination (expériences inédites).

Nous nous abstenons intentionnellement de toute hypothèse sur le méca-

Digitized by Google

nisme d'action de la substance activante. Puisque nous ne connaissons pas la constitution de cette substance, les explications de sa manière d'agir seraient prématurées.

IX. — Conclusions.

1. Les muscles broyés, traités par l'eau et exprimés à travers un linge, fournissent un résidu musculaire qui lui-même ne présente que des échanges gazeux faibles. Ces échanges gazeux sont considérablement augmentés par l'addition d'extraits des différents tissus.

On peut admettre que les extraits renferment une substance dont le concours est nécessaire dans les combustions des tissus. Nous la désignons sous le nom vague de substance activante.

La plupart des tissus contiennent aussi des substances inhibitrices qui diminuent les échanges gazeux.

2. La substance activante de tous les tissus étudiés a la propriété de dialyser; elle n'est pas détruite par l'ébullition et n'est pas précipitée par les acides faibles.

3. Pour démontrer la présence de la substance activante dans la plupart des tissus, il est souvent nécessaire d'éliminer les substances inhibitrices au moyen de la dialyse, de l'ébullition ou de la précipitation par un acide. C'est cette dernière méthode (précipitation par l'acide acétique) qui paraît donner les meilleurs résultats.

4. Les extraits des différents tissus, pris tels quels, ne présentent par eux-mêmes que des échanges gazeux très faibles. Ces extraits débarrassés des débris cellulaires perdent la propriété d'absorber l'O^2. Ils ne renferment donc pas de quantité appréciable de substances facilement oxydables. Seule la substance médullaire des capsules surrénales fait exception, l'adrénaline s'oxydant facilement d'elle-même en milieu alcalin.

5. La substance activante des différents tissus n'augmente pas seulement les échanges respiratoires du résidu musculaire, mais aussi ceux du foie et du rein s'ils sont employés assez rapidement après la mort.

6. Ce sont les extraits des muscles de cheval ou de bœuf qui se sont montrés les plus riches en substance activante. Viennent ensuite les extraits du foie et de la rate. On peut placer au troisième rang les extraits de rein, de poumon, de pancréas, de cerveau, de thymus et de la substance corticale des capsules surrénales. C'est finalement la thyroïde de bœuf qui paraît être le plus pauvre en substance activante.

Digitized by Google

7. L'urine humaine et le lait de vache ne contiennent pas une quantité appréciable de substance activante. La bile abolit les échanges respiratoires des tissus.

8. Le sang et surtout les globules lavés augmentent les échanges gazeux du résidu musculaire et des tissus frais. Au contraire le dialysat du sang ou l'extrait des globules bouilli n'exercent qu'une action faible ou nulle. Le sang ne contient donc pas une quantité notable de substance activante et l'élévation des échanges respiratoires des tissus produite par l'addition du sang doit surtout être attribuée à la présence d'hémoglobine.

Le sérum sanguin ne contient pas une quantité appréciable de substance activante.

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 25 Mai 1907. — T. LXII, p. 958.)

Recherches sur les processus des combustions élémentaires dans les muscles isolés,

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern.

Dans les travaux précédents nous avons montré que *in vitro* les muscles de lapin et de cobaye possèdent une activité respiratoire beaucoup moins élevée que celle présentée par les muscles de chien, de cheval, de bœuf, etc.

Nous avons fait une série de recherches pour expliquer cette différence.

La faible intensité des échanges gazeux dans les muscles de lapin et de cobaye *in vitro* pouvait être attribuée à trois causes : ou bien à une diminution très rapide de l'activité respiratoire, ou bien à la présence d'une substance inhibitrice des oxydations, ou au manque d'une substance favorisante des oxydations.

La première hypothèse était peu probable, car les échanges gazeux des muscles de lapin ou de cobaye n'augmentent pas, si on exécute les manipulations nécessaires avec une très grande rapidité.

Pour vérifier la seconde hypothèse, nous avons fait agir un extrait aqueux de muscle de lapin ou de cobaye sur des muscles de cheval ou de bœuf. Les échanges gazeux des muscles de cheval ou de bœuf sont légèrement augmentés. Il est donc difficile d'admettre que les muscles de lapin ou de cobaye contiennent, comme la rate ou le testicule, des substances inhibitrices en quantité suffisante pour produire un abaissement prononcé de l'activité respiratoire.

Pour vérifier la troisième hypothèse, nous avons fait agir un extrait aqueux de muscle de cheval ou de bœuf sur les muscles de lapin ou de cobaye. Ainsi, dans un cas, 100 grammes de muscles de lapin, additionnés de l'extrait aqueux de 100 grammes de muscle de bœuf, ont absorbé en trente minutes 186 centimètres cubes d'O^2 et ont dégagé 918 centimètres cubes de CO^2. Le mélange était alcalinisé par Na^2CO^3 à 5 p. 1000.

Dans le flacon témoin, où l'extrait de bœuf était remplacé par de l'eau, on a obtenu une absorption de 53 centimètres cubes d'O^2 et un dégagement de 94 centimètres cubes de CO^2.

Si le muscle de lapin est pris plusieurs heures après la mort, il ne présente qu'une activité respiratoire très faible, et l'extrait de muscle de bœuf n'augmente plus ses échanges gazeux.

Dans les muscles de bœuf ou de cheval existent donc une ou plu-

Digitized by Google

sieurs substances qui augmentent les combustions des muscles frais de lapin ou de cobaye. Ces substances se laissent extraire par l'eau.

Il est probable que les muscles de lapin ou de cobaye présentent, *in vitro*, des échanges gazeux peu élevés, parce qu'ils renferment une quantité trop faible de ces substances.

Si cette hypothèse est exacte, les muscles de bœuf ou de cheval, privés des substances qui peuvent être extraites par l'eau, ne doivent plus présenter qu'une activité respiratoire peu intense. En outre le résidu musculaire additionné de son extrait doit récupérer son activité respiratoire. Les expériences ont confirmé ces suppositions.

Nous avons procédé de la manière suivante. A 100 grammes de muscle on ajoute 150 centimètres cube d'eau ; on agite pendant 5 minutes environ et on exprime ensuite à travers un double linge. On obtient un résidu et un extrait.

Le résidu additionné d'une solution de $Na^2 CO^3$ à 6 p. 1000 ne présente plus qu'une activité respiratoire très faible. L'extrait, alcalinisé de la même manière, n'absorbe que des quantités d'O^2 minimes. Mais si on mélange l'extrait et le résidu, et qu'on alcalinise par $Na^2 CO^3$, on obtient de nouveau des échanges gazeux très élevés.

L'extrait, soumis à l'ébullition, ne perd pas la propriété d'activer le résidu ou les muscles de lapin et de cobaye. Son action n'est donc pas due aux substances albuminoïdes coagulables par la chaleur. L'extrait peut être conservé à la température ordinaire un jour ou davantage, sans perdre la propriété d'activer les échanges gazeux du résidu. Le résidu, au contraire, perd, après quelques heures, la propriété d'être activé par l'extrait. Les muscles gardés intacts pendant un jour après la mort fournissent encore un extrait qui active le résidu.

Pour le moment, nous ne pouvons pas dire quelles sont les substances qui sont renfermées dans les muscles, qui peuvent être extraites par l'eau et qui activent les échanges gazeux du résidu.

Par quel processus les substances extraites par l'eau exercent-elles leur influence sur les combustions musculaires ? On pourrait faire deux hypothèses.

D'après la première hypothèse, les substances qui passent dans l'extrait agissent en activant l'action oxydante d'autres substances qui se trouvent dans le résidu. L'union de ces substances serait nécessaire pour accomplir les combustions tissulaires, de la même manière que l'union de la sensibilisatrice et de l'alexine est nécessaire pour produire l'hémolyse.

D'après la seconde hypothèse, on pourrait admettre que l'extrait aqueux contient les substances qui sont brûlées. Le processus fondamental de l'oxydation reste dans le résidu, et les substances qui sont prêtes à être brûlées sont solubles dans l'eau et passent dans l'extrait.

Digitized by Google

Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*.
(Séance du 15 juin 1907. — T. LXII, p. 1110).

Activation des oxydations organiques par les extraits des tissus animaux

par M. F. Battelli et Mlle L. Stern.

Dans une note précédente, nous avons montré que les combustions musculaires ont lieu *in vitro* par le concours de deux substances ou de deux groupes de substances. Pour faciliter l'exposition des résultats obtenus, nous supposerons pour l'instant qu'ils s'agit uniquement de deux substances. Une de ces substances est soluble dans l'eau et par conséquent facile à obtenir; l'autre substance n'est pas extraite par l'eau et son étude présentera des difficultés plus grandes.

Nous rappelons que pour démontrer l'existence de ces deux substances, on procède de la manière suivante. Le muscle de bœuf ou de cheval, etc., est broyé finement. A 100 gr. de muscle broyé on ajoute 150 centimètres cubes d'eau et on exprime à travers un linge. On obtient ainsi un extrait et un résidu. L'extrait alcalinisé par du carbonate de soude ne présente que des échanges gazeux minimes lorsqu'on le soumet à une agitation énergique pendant une demi-heure en présence d'O^2 à 38°.

Le résidu, placé dans les mêmes conditions, se comporte de la même manière que l'extrait, c'est-à-dire que son activité respiratoire est presque nulle. Mais si on mélange l'extrait et le résidu, les échanges gazeux deviennent très actifs et atteignent à peu près la même valeur que celle présentée par le muscle broyé pris tel quel.

Nous avons d'abord recherché si l'extrait musculaire augmente l'activité respiratoire des autres tissus. Nous avons constaté que les échanges gazeux du foie et du rein de chien, de bœuf, de cheval, etc., sont activés par cet extrait.

Les extraits de foie, débarrassés des résidus cellulaires par

Digitized by Google

ébullition ou bien par centrifugation, après avoir acidifié par l'acide acétique, augmentent généralement les échanges gazeux du résidu musculaire, mais le fait n'est pas constant. L'extrait de rein de cheval ou de chien n'a presque toujours produit qu'une élévation peu considérable de l'activité respiratoire du résidu musculaire.

L'action du sang des différentes espèces animales a aussi eu des effets peu constants vis-à-vis des échanges gazeux du résidu musculaire.

Dans une seconde série de recherches, nous avons étudié les propriétés de la substance active existant dans l'extrait musculaire. Cette substance, comme nous l'avons déjà dit dans une note précédente, n'est pas détruite par l'ébullition et n'est pas précipitée par l'acide acétique ou par l'acide chlorhydrique. Nous avons en outre constaté que cette substance dialyse. Elle est précipitée par l'alcool. Après précipitation, elle se redissout dans l'eau; l'alcool la précipite de nouveau.

Elle peut être réduite à l'état sec sans perdre ses propriétés. On peut ainsi l'obtenir sous forme d'une poudre brunâtre. Cette poudre contient naturellement des substances inertes et nous poursuivons nos recherches dans le but d'isoler cette substance dont la présence est indispensable pour obtenir *in vitro* les combustions élémentaires des muscles et peut-être des autres tissus.

Digitized by Google

Dissertation inaugurale. — Université de Genève, Janvier 1908.

INFLUENCE
DE
DIVERSES SUBSTANCES CHIMIQUES
SUR LES
CONTRACTIONS AUTONOMES DE L'INTESTIN

PAR

Mlle Minna FROUMKINE

INTRODUCTION

Les contractions autonomes rythmiques de certains organes isolés ont été le sujet de nombreux travaux, qui ont démontré que ces organes immergés dans des liquides convenables peuvent conserver longtemps leurs contractions rythmiques.

En 1899, O. Cohnheim [1] observa que des segments d'intestin de chat plongés dans du sang dans lequel il faisait barboter de l'oxygène conservent pendant plusieurs heures la propriété de se contracter rythmiquement.

Cette question a été reprise en 1903 par MM. Hédon et Fleig [2] qui ont étudié la vie et le fonctionnement de divers organes des animaux mammifères, isolés dans divers liquides nutritifs artificiels.

On sait que Locke étudiant la survie du cœur isolé des mammifères a montré que cet organe bat pendant plusieurs heures quand on fait circuler dans les artères coronaires la solution de Ringer, additionnée d'une faible dose de glycose et saturée d'oxygène.

[1] Cohnheim. Versuche am isolirten überlebenden Dündarm. *Zeitsch f. Biol.* Bd 38, 432, 1899.

[2] Hedon et Fleig. Action des sérums artificiels et du sérum sanguin sur le fonctionnement des organes isolés des mammifères. *Archives internat. de physiologie*, Paris et Liège, III 1905-06, p. 95.

Digitized by Google

Hédon et Fleig se sont servi d'abord dans leurs expériences, de la solution de Locke : mais lui préférèrent ensuite la solution suivante : NaCl 6 gr ; KCl 0.3 gr. ; $CaCl^2$ 0,1 gr. ; SO^4 Mg. 0,3 gr. ; PO^4Na^2 0.5 gr. ; CO^3NaH 1,5 gr. ; glucose 1 gr. ; oxygène à saturation ; eau 1000 cc.

En étudiant les contractions de l'intestin et de l'uretère dans ce liquide nutritif Hédon et Fleig arrivent aux conclusions suivantes :

« Nécessité d'une concentration appropriées en sels de calcium dans la solution pour la production et l'entretien du péristaltisme intestinal ; de même pour ce qui concerne l'influence du bicarbonate de soude.

« Les sels de calcium sont aussi nécessaires pour le fonctionnement de l'uretère que pour celui de l'intestin. Le bicarbonate de soude est par contre inhibiteur pour l'uretère à la dose où il est excitateur pour l'intestin. Cette dernière constatation montre que la composition du milieu nutritif la plus favorable au maintien de l'irritabilité ne doit pas être la même pour les divers organes contractiles.

« Le serum sanguin est très inférieur au liquide de Locke ou à la solution artificielle plus complexe ; son action sur les contractions de l'intestin est la suivante : après une phase d'excitation passagère, il diminue dans une forte proportion l'intensité du péristaltisme.

Les résultats sont les mêmes avec le sérum chauffé à 56°, qu'avec le sérum normal.

« Les contractions de l'uretère sont inhibées par le sérum sanguin, si celui-ci atteint dans le liquide une proportion assez forte (15 %), au contraire, favorisées, si le sérum agit à faibles doses. »

Dans un récent travail Fleig[1] étudie comme milieu nutritif, divers liquides organiques ; en particulier les liquides suivants : le liquide de l'ascite, de l'hydrothorax, de l'œdème sous-cutané, de la pleurésie, de l'hydrocèle, le liquide céphalorachidien, le liquide amniotique, le liquide des kystes de l'ovaire et des kystes hydatiques.

Les organes sont immergés dans un liquide maintenu à la température du corps.

Les résultats pour l'uretère sont analogues à ceux que l'on

[1] Fleig. De divers liquides en tant que milieux nutritifs artificiels pour les organes isolés du corps. *Soc. de Biol*, 26 Oct. 1907, p. 362.

Digitized by Google

obtient avec une solution physiologique de chlorure de sodium. Mais pour les autres organes les liquides en question sont généralement très supérieurs à l'eau salée ordinaire soit au point de vue de l'énergie et de la fréquence des contractions, soit au point de vue de leur durée.

Les contractions de l'intestin ont fait le sujet d'un travail intéressant de R. Magnus [1].

Limitant strictement notre travail à l'étude de l'influence de diverses substances chimiques sur les contractions autonomes de l'intestin, nous n'insisterons pas trop longtemps sur les recherches et les théories relatives aux contractions de l'intestin exposées en détail dans le travail de Magnus.

Rappelons simplement que cet auteur s'est attaché à démontrer la théorie neurogène de la contraction intestinale. Il s'est, pour cela fondé sur les résultats qu'il a obtenus dans des expériences dans lesquelles séparant les diverses couches de la paroi musculaire de l'intestin il arrive à supprimer soit l'influence du plexus de Meissner, soit celle du plexus d'Auerbach, et à démontrer l'importance de ce dernier sur les contractions de l'intestin.

L'auteur étudie les contractions de l'intestin grêle du chat en isolant des segments de cet organe dans le liquide de Ringer saturé d'oxygène. Il enregistre ces contractions et leurs modifications principales sous diverses influences. Il arrive aux conclusions suivantes :

« L'élévation de la température produit une augmentation de la fréquence des contractions, qui cessent quand la température dépasse 47° quelquefois 49°. L'abaissement de la température est suivie de la diminution de la fréquence des contractions et leur cessation à 14°. »

Dans le même travail Magnus étudie l'influence de plusieurs poisons comme l'atropine, la nicotine, la muscurine, la strophantine, le chlorure de baryum, la suprurenine, l'apocodeine sur les contractions spontanées de l'intestin.

Un travail sur lequel nous aurons l'occasion de revenir dans le cours de notre étude est celui de A. Pugliese [2], dans lequel cet auteur étudie l'action des divers sels sur les contractions

[1] R. Magnus. Versuche am überlebenden Dündarm von Sängethieren. *Archiv. für die ges. Physiologie* Bd 102.

[2] A. Pugliese, Contribution à la physiologie des muscles lisses ; action des ions métalliques, sur le tonus et sur la fonction des muscles lisses. *Arch. ital. de Biol.* T. XLVI, 1906, p, 371.

Digitized by Google

des muscles lisses de l'œsophage et de l'estomac de grenouille. Pour lui les cathions métalliques qu'il a expérimentés peuvent être divisés en trois groupes :

1° Cathions qui conservent bien l'excitabilité et la contractilité des muscles lisses. A ce groupe dit des cathions indifférents, appartiennent le sodium et le lithium.

2° Cathions qui abaissent le tonus et arrêtent la fonction rythmique automatique des muscles lisses. A ce groupe dit des cathions déprimants, appartiennent la plupart des ions métalliques soumis à l'expérience ; potassium, ammonium, magnésium, zinc, cadmium, plomb, cobalt, nickel, fer, manganèse et cuivre.

3° Cathions qui élèvent le tonus et peuvent développer la fonction rythmique, automatique des muscles lisses. Ce groupe dit des cathions excitants, est formé par le baryum et le strontium.

Le calcium tient une place spéciale. Il pourrait être uni au baryum et au strontium à cause de la propriété qu'il a de développer les contractions automatiques, si elles font défaut, ou de les rendre beaucoup plus énergiques si elles existent déjà, mais d'autre part, il offre également des caractères inhibiteurs en ralentissant le rythme.

4° Les cathions du troisième groupe (Sr, Ba) sont antagonistes de ceux du second groupe et vice versa. Leur action est donc réversible.

5° Bien que le lithium et le sodium soient des cathions indifférents, cependant les préparations des muscles lisses vont en s'épuisant si on prolonge leur séjour dans la solution de NaCl ou de LiCl. Si alors que les mouvements spontanés ont définitivement cessé, on met le muscle en contact avec une solution à 0,058 % de $BaCl^2$, $^m/_{128}$ de SrCl, les contractions automatiques reparaissent sur une ligne de tonicité plus élevée.

E. Overton [1] a étudié l'inuflence des divers ions métalliques sur les contractions des muscles et insiste sur ce que les sels de sodium peuvent être remplacés par les sels de lithium, mais non pas par ceux de potassium, de rubidium, d'ammonium ; pas plus que par ceux de magnesium, de calcium, strontium ou de barium.

[1] E. Overton, Beiträge zur allgemeinen Muskel und Nervenphysiologie. Ueber die Unentberlichkeit von Natrium (oder Lithium) ionen für die Contractions act des Muskels, *Pflüger's Archiv*, vol. XCII, 1902, p. 346.

Digitized by Google

RECHERCHES PERSONNELLES

Notre principal but est d'étudier l'influence de différents serums artificiels sur les contractions de l'intestin isolé et de rechercher, en particulier, l'influence de divers éléments constituants de ces serums. Nous avons aussi étudié l'influence de quelques éléments chimiques (LiCl ; $MgCl_2$; $BaCl_2$; SrCl) que M. Puglièse a employés dans son étude sur les muscles lisses de la grenouille.

Ce travail a été élaboré dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève, sous la direction et d'après le conseil de M. le Prof. Prevost. Au même moment, Mlle Manewitch étudiait l'influence des divers constituants des mêmes serums artificiels sur les contractions de l'uretère. Nous avons pu ainsi comparer nos résultats. Nos expériences ont été faites surtout sur le cobaye, en choisissant les anses de l'intestin grêle, dont les parois minces permettent une imbibition plus facile. Des segments d'intestin grêle d'une longueur de 7 à 10 centimètres sont fixés, par une de leurs extrémités, à un bouchon de liège qui flotte à la surface du liquide ; on observe les mouvements de l'extrêmité libre qui se meut librement dans le liquide. Une température de 38° à 41° est maintenue au moyen d'un bain-marie (réglé par un régulateur à gaz), dans lequel on maintient les tubes contenant les sérums dans lesquels flotte l'anse intestinale. Nous allons passer en revue ces diverses expériences.

I. Solution de Ringer

Dans cette première série, la solution de Ringer[1] est comparée avec une solution de NaCl 9 °/₀₀ dans l'eau distillée additionnée de l'un des éléments constituants de la solution de Ringer, dans les proportions indiquées par cet auteur.

Voici quelques expériences types à cet égard :

[1] *Solution de Ringer*. $CaCl^2$ 0,20 — KCl 0,20 — NaCl 9 — $NaHCO^3$ 0,10. Eau distillée 1.000.

Digitized by Google

Exp. I. — *Cobaye* de 400 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle plongés dans les solutions suivantes à T. 40,5°

	(A). *Sol. Ringer.*		(B). *Eau dist.* + *NaCl* 9 °/₀₀.	
10 mai 1907.				
4 h. 05	Début.			
4 h. 06	Contractions fortes.		Contractions.	
4 h. 10	—	—	—	
4 h. 15	—	—	—	
4 h. 20	—	—	—	
4 h. 25	—	—	—	
4 h. 30	—	—	—	faibles.
4 h. 36	—	—	—	fortes.
4 h. 40	—	—	—	
4 h. 45	—	—	—	
4 h. 55	—	moins fortes.	—	très faibles.
5 h. —	—	fortes.	—	—
5 h. 10	—	—	—	nulles.
5 h. 15	—	—	—	—
5 h. 25	—	—	—	—
5 h. 29			*L'intestin est plongé dans la sol. A.*	
5 h. 30	Contractions fortes.		Contractions.	
5 h. 40	—	—	—	
5 h. 45	—	—	—	
5 h. 50	—	—	—	
6 h. —	—	—	—	faibles.
6 h. 08	—	—	—	
6 h. 15	—	—	—	très faibles.
6 h. 20	—	—	—	
6 h. 30	—	assez fortes.	—	faibles.

Exp. II. — *Cobaye* de 170 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 40°.

	(A). *Sol. Ringer.*		(B). *Eau distillée* + *NaCl* 9 °/₀° 29 9 + *CaC* ,2l °/₀₀.	
8 mai 1907				
4 h. 23	Début.			
4 h. 30	Contractions fortes.		Contractions fortes.	
4 h. 40	—	—	—	—
4 h. 50	—	—	—	—
5 h. —	—	—	—	—

Digitized by Google

5 h. 10	Contract.	moins fortes.	Contract.	fortes
5 h. 20	—		—	—
5 h. 36	—		—	moins fortes.
5 h. 42	—		—	
5 h. 55	—	faibles.	—	
6 h. —	—		—	faibles.
6 h. 06	—		—	
6 h. 15	—		—	très faibles.
6 h. 20	—		—	faibles.
6 h. 30	—	très faibles.	—	—
6 h. 40	—		—	—
6 h. 50	—		—	—
7 h. —	—		—	—
7 h. 05	—		—	—
7 h. 10	—	très faibles.	—	très faibles.

Exp. III. — *Cobaye* de 190 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 41°.

	(A). *Sol. Ringer.*		(B). *Eau distillée + NaCl 9 °/₀₀ + KCl 9,29 °/₀₀.*	
11 mai 1907.				
3 h. 30	Début.			
3 h. 33	Contractions.		Contractions faibles.	
3 h. 40	—	fortes.	—	nulles.
3 h. 45	—	—	—	—
3 h. 51	—	—	—	—
3 h. 55			*L'intestin est mis dans la sol. Ringer.*	
4 h. —	Contractions	fortes.	Contractions assez fortes.	
4 h. 05	—	—	—	—
4 h. 10	—	—	—	—
4 h. 20	—	—	—	—
4 h. 25	—	moins fortes.	—	—
4 h. 35	—	assez fortes.	—	—
4 h. 40	—	—	—	—
4 h. 45	—	—	—	—
4 h. 55	—	—	—	—
5 h. —	—	—	—	—

Digitized by Google

Exp. IV. — *Cobaye* de 500 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

24 mai 1907.	A Sol. Ringer — Contractions	B Eau dist. + NaCl 9 °/₀₀ + KCl 0,20 °/₀₀ — Contractions	C Eau dist. + NaCl 9 °/₀₀ + KCl 0,10 °/₀₀ — Contractions	D Eau dist. + NaCl 9°/₀₀ + KCl 0,05 °/₀₀ — Contractions
9 h. 59	Début			
10 h.	fortes			
10 h. 05	—	faibles	faibles	faibles
10 h. 10	—	nulles	nulles	nulles
10 h. 15	—	—	—	—
10 h. 25	—	—	—	—
10 h. 27	*Barbotage de O_2.*			
10 h. 35	plus fortes	nulles	nulles	nulles
10 h. 40	fortes	—	—	—
10 h. 45	—	—	—	—
10 h. 55	*Barbotage interrompu de O_2.*			
11 h.	Contractions	nulles	nulles	nulles
11 h. 05	—	—	—	—
11 h. 10	—	—	—	—
10 h. 15	moins fortes	—	—	—
11 h. 20	*Barbotage de O_2.*			
11 h. 30	plus fortes	—	—	—
11 h. 45	fortes	—	—	—
11 h. 55	—	—	—	—
12 h.	—	—	—	—

Dans les expériences (I à IV), la durée des contractions de l'intestin, dans la solution de Ringer, fut de 2 à 2 ½ heures et aurait pu se prolonger davantage si les expériences n'avaient été interrompues.

Dans l'expérience I, l'intestin plongé dans une solution NaCl 9 °/₀₀ dans l'eau distillée sol. B, présenta des contractions durant 50 minutes. La durée des contractions de l'intestin, dans cette solution, est en moyenne de 30 à 40 minutes, comme nous l'avons observé dans beaucoup d'autres expériences citées plus loin. Cette expérience nous montre, en outre, que l'intestin, après être resté immobile pendant 20 minutes dans la solution B, reprend des contractions quand on le transporte de nouveau dans la solution de Ringer, sol. A. L'intestin témoin, plongé dans la solution de Ringer, sol. A, se contracte fortement pendant toute l'expérience.

Digitized by Google

Dans l'expérience II, l'intestin plongé dans une solution NaCl 9 ‰ dans l'eau distillée additionnée de $CaCl_2$ 0,20 ‰, sol. B, fut comparé à une autre anse plongée dans la solution de Ringer, sol. A. Les deux anses se sont contractées d'une façon identique, montrant l'importance qu'a le $CaCl_2$ sur l'excitabilité de l'intestin. Ajoutons que cette action de $CaCl_2$ fut toujours efficace, comme cela ressortira de beaucoup d'autres expériences que nous analyserons plus loin.

L'expérience III nous montre que l'intestin plongé dans une solution NaCl 9 ‰ dans l'eau distillée additionnée de KCl 0,20 ‰, sol. B ne présenta des contractions que pendant 7 minutes, d'où l'on peut conclure que le KCl a une action inhibitrices sur les contractions de l'intestin. L'intestin, après être resté immobile pendant 22 minutes dans cette solution, transporté de nouveau dans la solution de Ringer, sol. A, se contracte : ce qui prouve que le KCl à la dose de 0,20 ‰, tout en ayant une action inhibitrice, n'est pas toxique.

L'expérience IV nous montre que l'addition de KCl en proportion de 0,05 à 0,20 ‰ dans une solution de NaCl 9 ‰ dans l'eau distillée, a produit également une action inhibitrice sur les contractions intestinales comme dans l'expérience précédente.

En outre, dans cette expérience, le barbotage de O^2 dans les solutions a rendu plus énergiques les contractions de l'anse immergée dans la solution de Ringer, sans influencer aucunement celles qui étaient plongées dans les solutions contenant du KCl.

II. Sérum artificiel de Hédon et Fleig [1]

Dans cette seconde série, nous avons comparé le sérum de Hedon et Fleig pur, ou modifié par la soustraction de son élément $CaCl^2$, avec une solution de NaCl 9 ‰ dans l'eau du Rhône, d'une part, et avec une solution de NaCl 9 ‰ + $CaCl_2$ dans l'eau distillée, d'autre part.

1 Serum Hedon et Fleig : NaCl 6 gr.; KCl 0,30 ; $CaCl_2$ 0,10 ; SO_4Mg 0,30 ; CO_3NaH 1,50 ; PO_4 Na_2H 0,50 ; glucose 1 gr. ; eau distillée 1.000 gr. ; oxygène à saturation.

Digitized by Google

Voici ces expériences :

Exp. V. — *Cobaye* de 350 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

10 juin 1907	A Eau Rhône +NaCl 9°/₀₀ — Contractions	B Sol. Fleig — Contractions	C Sol. Fleig sans $CaCl_2$ — Contractions	D Sol. Fleig sans $CaCl_2$ — Contractions	E Eau dist. + NaCl 9 °/₀₀ +$CaCl_2$ 0,10°/₀ — Contractions
4 h. 40	Début				
4 h. 42	nulles	fortes	faibles	faibles	fortes
4 h. 48	espacées	—	—	—	—
5 h.	contraction	—	nulles	nulles	—
5 h. 5	*Barbotage de O_2.*				
5 h. 10	fortes	fortes	nulles	nulles	fortes
5 h. 12			Addition de $BaCl_2$ 0,10 °/₀₀	Addition de SrCl 0,10 °/₀₀	
5 h. 14	fortes	fortes	fortes	contract.	fortes
5 h. 20	—	—	faibles	faibles	—
5 h. 25	—	—	—	—	—
5 h. 30	—	—	nulles	nulles	—
				Addition SrCl 0,20 °/₀₀	
5 h. 35	—	—	—	contract.	—
5 h. 40	—	—	—	—	—
5 h. 45	—	—	—	—	—
5 h. 50	—	—	—	—	—
6 h.	—	—	—	—	—
6 h. 5	—	—	—	—	—
6 h. 10	—	—	—	faibles	—
6 h. 20	moins fortes	—	—	—	—
6 h. 30	faibles	—	—	t. faibles	—
6 h. 40	—	faibles	—	nulles	—
6 h. 50	—	—	—	—	—
7 h.	nulles	—	—	—	assez fortes
7 h. 10	—	—	—	—	—

Exp. VI. — *Cobaye* de 400 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

8 juin 1907	A Eau Rhône + *NaCl* 9°/₀₀ — Contractions	B Sol. de Fleig. — Contractions	C Sol. Fleig sans $CaCl_2$ — Contractions	D Sol. Fleig sans $CaCl^2$+ SrCl 0,20 °/₀₀ — Contractions	E Eau dist. +*NaCl* 9 °/₀₀ +$CaCl_2$ 0,10°/₀₀ — Contractions
4 h. 26	Début				
4 h. 30	faibles	Contract.	Contract.	Contract.	Contract.

Digitized by Google

4 h. 32	faibles	Contract.	faibles	Contract.	Contract.
4 h. 36	—	fortes	nulles	fortes	fortes
4 h. 40	pl. fortes	—	—	—	—
4 h. 44			Addition $BaCl^2$ 0,10 ‰		
4 h. 45	fortes	fortes	fortes	fortes	fortes
5 h. 52	—	—	faibles	m. fortes	—
5 h. 5	—	—	nulles	contract.	—
5 h. 10	contract.	—	—	—	—
5 h. 20	—	contract.	—	faibles	—
5 h. 25	—	—	—	—	—
5 h. 30	assez fort.	—	—	t. faibles	—
5 h. 40	contract.	—	—	—	—
5 h. 46	fortes	assez fort.	—	nulles	m. fortes
6 h.	assez fort.	fortes	—	—	contract.
6 h. 12	—	—	—	—	faibles
6 h. 20	contract.	contract.	—	—	tr. faibles
6 h. 30	faibles	assez fort.	—	—	—
6 h. 40	nulles	—	—	—	nulles
6 h. 45	—	—	—	—	—
6 h. 50	—	assez fort.	—	—	—

L'expérience V montre l'action très favorable du sérum artificiel de Hédon et Fleig sur les contractions intestinales. Privée de $CaCl^2$, cette solution (C et D) n'a entretenu les contractions de l'intestin que pendant 8 minutes. L'addition soit de $BaCl^2$ 0,10 ‰, soit de SrCl 0,10 ‰, a réveillé de nouveau les contractions, mais leur durée a été très inférieure à celle de l'intestin plongé dans la solution de Fleig (B). L'intestin plongé dans l'eau du Rhône + NaCl 9 ‰ (sol. A) s'est contracté pendant 2 h. 10.

L'expérience VI est analogue à l'expérience V.

De nouveau, nous avons des contractions fortes et prolongées dans la solution Fleig (B). Dans la solution Fleig sans $CaCl_2$ (C), l'intestin s'est contracté seulement pendant 6 minutes. L'addition de $BaCl_2$ 0,10 ‰ a réveillé les contractions, mais leur durée a été si courte qu'on ne peut pas considérer le $BaCl_2$ comme une substance favorable à la survie des contractions intestinales. Cette substance sera étudiée en détail plus loin.

En outre, cette expérience nous démontre que les essais faits pour remplacer le $CaCl_2$ par le SrCl dans la solution de Fleig (D) ont donné les résultats suivants : l'intestin plongé dans la

Digitized by Google

solution de Fleig sans $CaCl_2$ + SrCl 0,20 ‰ (D) présenta des contractions pendant une heure seulement, tandis que l'anse, plongée dans la solution de Fleig (B), s'est contractée pendant 2 h. ½ et se serait contractée plus longtemps encore si l'expérience n'avait pas été suspendue.

L'intestin plongé dans la solution NaCl 9 ‰ dans l'eau du Rhône (A) a présenté des contractions pendant 2 h. De ces deux dernières expériences, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

La solution de Fleig est favorable à la survie des contractions intestinales; son action est due surtout à la présence de $CaCl_2$, car la durée des contractions est très courte quand on soustrait cet élément de cette solution. Le remplacement du $CaCl_2$ par le $BaCl_2$ ou le SrCl dans la solution de Fleig n'a pas donné de résultats favorables.

Enfin le sérum artificiel préparé avec l'eau du Rhône + NaCl 9 ‰ sans calcium est un milieu assez favorable pour les contractions intestinales, sans toutefois que ces contractions soient aussi durables que dans la solution de Fleig ou dans l'eau distillée additionnée de NaCl 9 ‰ et $CaCl_2$ 0,10 ‰.

III. Eau du Rhône additionnés de NaCl 9 ‰

Comme il résulte des expériences V et VI, l'intestin immergé dans la solution de NaCl 9 ‰, préparée avec de l'eau du Rhône, présente des contractions pouvant durer 2 ½ heures et même davantage. Il en est tout autrement lorsque la solution de NaCl 9 ‰ est faite dans de l'eau distillée : dans ce cas, la durée des contractions dépasse rarement 30 à 40 minutes (Exp. I, VII, VIII, IX, XI, XII, XXV, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX).

Comment peut-on expliquer ce phénomène observé dans de nombreuses expériences qui confirment d'ailleurs des résultats obtenus par Mlle Manevitch pour l'uretère. L'analyse de l'eau du Rhône, d'après M. le professeur Duparc[1], est la suivante :

$Fe_2Al_2O_3$ = 0,0005	Cl = 0,0012
MgO = 0,0106	K_2O = 0,0018
SO_3 = 0,0383	Na_2O = 0,0027
CaO = 0,0641	
Oxygène = en poids 0,009 — 0,0113	

[1] Le lac d'Annecy, *Arch. des sc. phys. et nat.*, t. XXXI, 1894, n° 3.

Digitized by Google

Nous avons supposé d'abord que le NaCl préparé avec de l'eau distillée n'a pas d'action de longue durée à cause de l'absence de gaz. Nous rapportons plus loin une expérience dans laquelle nous avons placé un intestin dans l'eau distillée et oxygénée et l'autre dans l'eau du Rhône bouillie, dans le but d'éliminer les gaz. Dans ces expériences, la durée des contractions n'a pas été modifiée dans ces nouvelles conditions. L'hypothèse que l'action de l'eau du Rhône serait due à la présence du $CaCl_2$ paraît très vraisemblable, car ce sel a toujours produit une action excitante et durable sur les contractions intestinales, quelle que soit la nature du liquide. C'est là une opinion qui a été soutenue par M. Fleig à l'occasion des expériences de Mlle Stern : M. Fleig fit observer alors que les contractions durables de l'uretère observées par Mlle Stern ne l'étaient plus quand on employait un milieu privé de calcium : en employant pour les solutions du NaCl chimiquement pur au lieu du NaCl du commerce qui contient habituellement du calcium.

Nous rapportons plus loin une expérience intéressante à cet égard (Exp. VIII), où l'intestin plongé dans une solution préparée avec de l'eau distillée + NaCl du commerce, présenta la même durée des contractions que celle de l'intestin immergé dans la solution préparée avec l'eau du Rhône + NaCl pur. En analysant ce sel du commerce, on a pu y décéler la présence du calcium. Pouvons-nous en conclure que l'eau du Rhône agit sur la survie de contractions intestinales exclusivement par son élément calcium ? Nos expériences ne nous ont pas fourni de résultats assez constants à cet égard pour pouvoir trancher la question : de nouvelles recherches seraient nécessaires.

Voici les expériences relatives à l'action du gaz O_2 et du NaCl du commerce préparé avec de l'eau distillée.

Exp. VII. — *Cobaye* de 400 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A Eau Rhône + NaCl 9 ‰	B Sol. de Fleig.	C Eau Rhône bouillie + Nacl 9 ‰	D Eau dist + NaCl 9 ‰ et oxygénée
15 juin 1907.				
3 h. 55	Contractions.	Contractions.	Contractions.	Contractions.
4 h. —	Fortes.	Fortes.	Fortes.	—
4 h. 15	—	—	—	—
4 h. 22	—	—	—	Faibles.

Digitized by Google

4 h. 25	Fortes.	Fortes.	Fortes.	Nulles.
4 h. 30	—	—	—	—
4 h. 32	—	—	—	*Addition de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*
4 h. 34	Fortes.	Fortes.	Fortes.	Contractions.
4 h. 40	—	—	—	—
4 h. 46	—	—	Assez fortes.	Plus fortes.
4 h. 50	Assez fortes.	Assez fortes.	—	Contractions.
5 h. —	—	—	—	—
5 h. 10	—	—	—	Assez fortes.
5 h. 20	Assez fortes.	—	—	—

Exp. VIII. — *Cobaye* de 430 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A Eau Rhône + NaCl 6 °/₀₀ (pur)	B Eau dist. + NaCl 6 °/₀₀ (ordinaire)	C Eau dist. + NaCl 6 °/₀₀ (pur)
20 juin 1907.			
3 h. 39	Début.		
3 h. 40	Contractions.	Contractions.	Contractions.
3 h. 45	—	—	—
3 h. 50	Fortes.	Fortes.	Faibles.
3 h. 55	—	—	—
4 h. —	—	—	Très faibles.
4 h. 10	—	—	—
4 h. 15	—	—	Nulles.
4 h. 20	—	—	—
4 h. 30	Assez fortes.	Assez fortes.	—
4 h. 40	—	—	—
4 h. 50	Moins fortes.	—	—
5 h. —	Faibles.	Faibles.	—
5 h. 05	—	—	—

Dans l'expérience VII on a comparé la solution de Fleig (B) avec des solutions de NaCl 9 °/₀₀ faites l'une dans l'eau du Rhône naturelle (A), la seconde dans l'eau du Rhône bouillie (C) ; une autre enfin dans l'eau distillée dans laquelle on fit barboter de l'O^2 (D). Ni l'ébullition, ni le barbotage n'ont modifié la durée des contractions ; mais dans l'eau distillée elles se sont rapidement arrêtées jusqu'au moment où l'on a ajouté $CaCl^2$ 0,10 °/₀₀ à la solution.

L'expérience VIII compare les solutions de NaCl 6 °/₀₀ pur, faites dans l'eau du Rhône (A) et dans l'eau distillée (C) avec la

Digitized by Google

solution NaCl 6 °/₀₀ ordinaire dans l'eau distillée (B) : on a pu constater que dans l'eau distillée NaCl pur la durée des contractions n'a pas dépassé 30 minutes, tandis que dans les deux autres solutions les contractions ont duré 1 h. 45, moment où l'expérience a été suspendue.

IV. Action des sels de lithium.

M. Pugliese, dans sa classification des différents éléments chimiques au point de vue de leur action sur l'excitabilité et la contractibilité des organes à fibres musculaires lisses, classe parmi les cathions indifférents, c'est-à-dire qui conservent l'excitabilité des fibres lisses, le sodium et le lithium. Nous avons vu que le sodium conserve très bien l'excitabilité des contractions de l'intestin.

Voici quelques expériences faites avec LiCl :

Exp. IX. — *Cobaye* de 350 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A Eau dist. + NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl^2$ 0,10 °/₀₀	B Eau dist. + NaCl 6 °/₀₀ + LiCl 0,10 °/₀₀	C Eau dist. + NaCl 6 °/₀₀ + LiCl 0,20 °/₀₀	D Eau dist. + NaCl 6 °/₀₀
14 juin 1907	Contractions	Contractions	Contractions	Contractions
3 h. 14	Début.			
3 h. 15	très fortes.	fortes.	fortes.	fortes.
3 h. 20	—	faibles.	faibles.	faibles.
3 h. 25	forfes.	très faibles.	—	très faibles.
3 h. 30	—	nulles.	nulles.	nulles.
3 h. 35	—	—	—	—
3 h. 40			*addit. LiCl 0,20 °/₀₀*	—
3 h. 45	—	—	nulles.	—
3 h. 50	—	—	—	—
3 h. 55	—	—	—	—
4 h. —	—	—	—	—
4 h. 05	moins fortes.	—	—	—
4 h. 15		*L'intestin est mis dans la solut. A.*	*L'intestin est mis dans la solut. A.*	*Addition $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*
4 h. 25	Contractions.	Contractions.	Contractions.	Contractions.
4 h. 35	—	—	—	—

Digitized by Google

Exp. X. — *Cobaye* de 300 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A	B	C
	Eau dist. + *LiCl 1 °/₀.*	*Eau dist.* + *LiCl 1 °/₀.*	*Eau dist.* + *LiCl 1 °/₀.*
15 juin 1907.			
5 h. 40	Début.		
5 h. 45	Contractions.	Contractions.	Contractions.
5 h. 50	—	—	—
5 h. 55	—	—	—
6 h. —	—	—	—
6 h. 05	faibles.	faibles.	faibles.
6 h. 10	nulles.	nulles.	nulles.
6 h. 15	*Addition $BaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*	*Addition SrCl 0,10. °/₀₀.*	*Addition $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*
6 h. 20	Contract. nulles.	Contract. nulles.	Contract. nulles.
6 h. 30	—	—	—
6 h. 35	—	—	—

Exp. XI. — *Cobaye* de 315 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A	B	C
	Eau dist. + *LiCl 1 °/₀*	*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*	*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀*
17 juin 1907			
4 h. 40	Début.		
4 h. 41	Contractions	Contract. fortes	Contractions
4 h. 45	—	—	—
4 h. 50	— faibles	—	—
4 h. 55	— —	—	—
5 h.	nulles	—	nulles
5 h. 10	—	—	—

Les segments d'intestin plongés dans la solution A jusqu'à 5,10, sont plongés dans les solutions suivantes :

	A'	B'	C'
	Eau dist. + *NaCl 6 °/₀₀* + *SrCl 0,20 °/₀₀*	*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$BaCl_2$ 0,10 °/₀₀*	*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*
5 h. 12	Début.		
5 h. 15	Contractions	Contractions	Contractions nulles
5 h. 25	— faibles	— faibles	— —

Digitized by Google

5 h. 30	Contractions faibles	Contract. nulles	Contractions nulles		
5 h. 35	— tr. faibles	—	—	—	—
5 h. 40	— nulles	—	—	—	—

Dans l'expérience IX une anse d'intestin témoin est placée dans une solution NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée additionnée de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ (A) on lui compare des solutions additionnées de LiCl 0,10 °/₀₀ (B), ou 0,20 °/₀₀ (C) et une solution de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée sans calcium (D).

Les contractions ont été très peu prolongéos et très faibles dans les solutions B,C,D ; mais l'excitabilité de ces anses n'a pas été détruite, car placées de nouveau après 50 minutes dans la solution témoin (A) les contractions ont reparu, comme dans la solution D à laquelle on ajoute du $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.

Dans l'expérience X trois anses immergées dans la solution eau distillée + LiCl 1 °/₀ (A,B,C) ont présenté des contractions pendant 25 minutes ; l'addition dans A du $BaCl_2$ 0,10 °/₀₀ dans B-du SrCl 0,10 °/₀₀ et dans C-du $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ n'ont pas réveillé les contractions, donc ce liquide n'était pas favorable à la survie de l'excitabilité de l'intestin.

Dans l'expérience XI on a comparé la solution de LiCl 1 °/₀ dans l'eau distillée (A) avec une solution eau distillée + NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ (B) et une solution eau distillée + NaCl 6 °/₀₀ sans calcium (C).

La durée des contractions n'a pas dépassé 20 minutes dans les solutions A et C ; dans la solution B les contractions ont duré pendant toute l'expérience. Les anses immergées pendant 30 minutes dans la solution A, sont transportées de nouveau dans les solutions de NaCl 6 °/₀₀ préparées avec de l'eau distillée et additionnées : la première de SrCl 0,20 °/₀₀ (A') la seconde de BaCl/ 0,10 °/₀₀ (B'), la troisième de $CaCl_2$ 0.10 °/₀₀ (C'), Les contractions ont été réveilléés dans les solutions A' et B', mais leur durée a été très courte. L'anse est restée immobile dans la solution C'.

En résumé le LiCl à la dose de 0,10 à 0,40 °/₀₀ dans la solution eau distillée + NaCl 6 °/₀₀ a joué un rôle indifférent car sa présence n'a pas changé la durée ordinaire des contractions L'excitabilité des contractions est conservée, car elles se réveillent quand on immerge l'intestin dans la solution NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ dans l'eau distillée.

*

Digitized by Google

Les expériences relatives à la solution de LiCl 1 % dans l'eau distillée, employée par Pugliese comme un milieu conservateur des contractions des muscles lisses de grenouille ne nous ont pas donné des résultats concordant à cet égard, contrairement au sodium qui remplit ce rôle avec plus de constance.

V. Action des sels de magnésium.

M. Pugliese classe le magnesium ainsi que le potassium parmi les cathions inhibiteurs. Dans les expériences III et IV nous avons vu que le potassium a produit un effet inhibiteur sur les contractions intestinales. Il en sera de même pour le magnesium.

Voici quelques expériences qui le démontrent :

Exp. XII. — *Cobaye* de 450 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A *Eau dist.* + *NaCl* 6 ‰	B *Eau dist.* + *NaCl* 6 ‰
3 h. 25	Début.	
3 h. 26	Contractions fortes	Contractions fortes
3 h. 30	— —	— —
3 h. 35	— —	— —
3 h. 40	— —	— —
3 h. 46	Contractions	Contractions
3 h. 51	— faibles	— faibles
4 h.	— —	— —
4 h. 5	— nulles	— nulles
4 h. 10	*addition de* $MgCl_2$ *0,10* ‰	*addition de* $CaCl_2$ *0,10* ‰
4 h. 15	contractions nulles	contractions
4 h. 20	— —	—
4 h. 30	— —	—
4 h. 35	l'intestin est mis dans la *solution B*+$CaCl_2$ *0,10* ‰	l'intestin est mis dans la *solution A*+$MgCl_2$ *0,10* ‰
4 h. 40	contractions faibles	contractions nulles
4 h. 46	— —	— —
4 h. 50	— plus fortes	— —
4 h. 55	— assez —	— —
5 h.	— — —	— —
5 h. 5	— — —	— —
5 h. 10	— — —	— —
5 h. 15	— — —	— —

Digitized by Google

5 h. 20	contractions faibles		contractions nulles	
5 h. 25	—	—	—	—
5 h. 35	—	—	—	—

Exp. XIII. — *Cobaye* de 450 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 41°.

	A		B	
	Eau dist. + *NaCl 6 °/₀₀* + *$MgCl_2$ 0,20 °/₀₀*		*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*	
14 mai 1907				
4 h. 25	Début.			
4 h. 26	Contractions faibles		Contractions très fortes	
4 h. 30	—	—	—	—
4 h. 35	—	nulles	—	—
4 h. 40	—	—	—	fortes
4 h. 50	—	—	—	—
5 h.	*l'intestin est mis dans la solution B.*		*l'intestin est mis dans la solution A.*	
5 h. 5	contractions assez fortes		contractions nulles	
5 h. 10	—	—	—	—
5 h. 15	—	—	—	—
5 h. 20	—	—	—	—
5 h. 25	—	—	—	—
5 h. 30	—	—	—	—

Exp. XIV. — *Cobaye* de 400 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 40°.

	A		B	
	Eau dist. + *NaCl 6 °/₀₀* + *$MgCl_2$ 0,50 °/₀₀*		*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*	
21 mai 1907				
4 h. 55	Début.			
4 h. 56	Contractions faibles		Contractions fortes	
4 h. 59	—	—	—	—
5 h.	—	—	—	—
5 h. 5	—	nulles	—	—
5 h. 10	—	—	—	—
5 h. 15	—	—	—	—
5 h. 20	—	—	—	—
5 h. 25	*l'intestin est mis dans la solution B.*		*l'intestin est mis dans la solution A.*	

Digitized by Google

5 h. 30	Contractions		Contractions nulles	
5 h. 40	—		—	—
5 h. 50	—		—	—
6 h.	—		—	—

Dans l'expérience XII deux anses intestinales A et B, immergées dans une solution de NaCl 6°/₀₀ dans l'eau distillée se contractent pendant 40 minutes ; à ce moment on ajoute à l'une d'elle A, du $MgCl_2$ 0,10°/₀₀ et à l'autre (B) du $CaCl_2$ 0,10°/₀₀, tandis que celle-ci (B) se contracte de suite, la première (A) reste immobile. Après 20 minutes l'anse B est transportée de nouveau dans la solution additionnée de $MgCl_2$ 0,10 °/₀₀ où elle reste immobile, tandis que l'anse A transportée dans la solution additionnée de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ se contracte.

Cette expérience montre bien l'action inhibitrice du $MgCl_2$ 0,10 °/₀₀ et en même temps sa non toxicité.

L'expérience XIII confirme la précédente et démontre qu'une dose plus forte de $MgCl^2$ 0,20 °/₀₀ tout en produisant l'inhibition des contractions intestinales n'est cependant pas toxique, puisque ces contractions peuvent être réveillées par l'immersion dans la solution témoin de NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ dans l'eau distillée.

Il en est de même de l'expérience XIV dans laquelle une dose de 0,05 °/₀₀ de $MgCl^2$ a été inhibitrice sans être toxique.

VI. Action des sels de baryum.

Voici ces expériences :

Exp. XV. — *Cobaye* de 405 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 41°.

	A		B	
	Eau dist. + *NaCl 6 °/₀₀* + *$BaCl_2$ 0,50 °/₀₀*		*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*	
20 mai 1907				
5 h. 29	Début.			
5 h. 30	Contractions fortes		Contractions fortes	
5 h. 35	—	—	—	très fortes
5 h. 40	—	moins fortes	—	fortes
5 h. 43	—	faibles	—	—

Digitized by Google

5 h. 46	Contractions très faibles	Contractions moins fortes	
5 h. 50	— nulles	—	
6 h.	— —	—	
6 h. 10	— —	—	assez fortes

Exp. XVI. — *Cobaye* de 435 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 41°.

	A *Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*	B *Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀.*
21 mai 1907.		
3 h. 29	Début.	
3 h. 30	Contractions très fortes.	Contractions fortes.
3 h. 33	moins fortes.	—
3 h. 35	faibles.	moins fortes.
3 h. 40	nulles.	faibles.
3 h. 45	—	très faibles.
3 h. 50		*Addit. de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀.*
3 h. 51	—	Contractions fortes.
3 h. 55	—	faibles.
4 h. 05	—	très faibles.
4 h. 06	—	nulles.

Exp. XVII. — *Cobaye* de 300 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 39°.

	A *Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀.*	B *Eau dist.* + *NaCl 6°/₀₀* + *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*
18 déc. 1907.		
3 h. 10	Début.	
3 h. 14	Contractions.	Contractions fortes.
3 h. 20	faibles.	—
3 h. 21	*Addit. de $BaCl_2$ 0,50 °/₀₀.*	
3 h. 22	Contractions fortes.	—
3 h. 25	Nulles, l'intestin très contracturé.	—
3 h. 30	Contractions nulles.	—
3 h. 35	—	—
3 h. 45	*Addit. de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.*	
3 h. 47	Contractions faibles.	—
3 h. 52	faibles.	—

Digitized by Google

4 h. —	nulles.	Contractions fortes.
4 h. 05	—	—
4 h. 10	—	—
4 h. 20	—	—
4 h. 24	faibles.	—
4 h. 36	—	assez fortes.
4 h. 45	—	—
4 h. 55	—	—

Exp. XVIII. — *Cobaye* de 720 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 40°.

	A	B
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀ + *BaCl₂* 0,10 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + *CaCl₂* 0,10 °/₀₀.
20 mai 1906.		
3 h. 58	Début.	
4 h. —	Contractions très fortes.	Contractions nulles.
4 h. 01	fortes.	Contractions.
4 h. 08	faibles.	fortes.
4 h. 12	nulles.	—
4 h. 17	—	—
4 h. 18	*L'intestin est mis dans la solut. B.*	*L'intestin est mis dans la solut. A.*
4 h. 20	Contractions faibles.	Contractions faibles.
4 h. 22	plus fortes.	très faibles.
4 h. 25	Contractions.	nulles.
4 h. 30	—	—
4 h. 40	assez fortes.	—
4 h. 45	—	—

Exp. XIX. — *Cobaye* de 450 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 41°.

	A	B	C
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀ + *BaCl₂* 0,20 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + *BaCl₂* 0,10 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + *BaCl₂* 0,005 °/₀₀.
22 mai 1907.			
3 h. 04	Début.		
3 h. 05	Contract. fortes.	Contract. fortes.	Contract. fortes.
3 h. 07	moins fortes.	—	—
3 h. 09	faibles.	—	moins fortes.

Digitized by Google

3 h. 10	nulles.	moins fortes.	faibles.
3 h. 15	—	—	très faibles.
3 h. 20	—	faibles.	nulles.
3 h. 25	—	très faibles.	—
3 h. 30	—	nulles.	—
3 h. 35	—	—	—

Exp. XX. — *Cobaye* de 295 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin sont plongés dans les solutions suivantes à T. 39°.

	A	B	C	D	E
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀.
20 déc. 1907.	Contractions	Contractions	Contractions	Contractions	Contractions
2 h. 57	Début.				
3 h. —	assez fortes	assez fortes	assez fortes	assez fortes	assez fortes
3 h. 05	—	contract.	contract.	contract.	contract.
3 h. 10	—	—	—	—	—
3 h. 15	faibles	faibles	faibles	faibles	faibles
3 h. 20	*add. $BaCl_2$* *0,02 °/₀₀.*	*add. $BaCl_2$* *0,03 °/₀₀.*	*add. $BaCl_2$* *0,05 °/₀₀.*	*add. $BaCl_2$* *0,10 °/₀₀.*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀.*
3 h. 22	fortes	fortes	fortes	fortes	fortes
3 h. 23	contract.	nulles	nulles	nulles	—
3 h. 30	nulles	—	—	—	—
3 h. 35	—	—	—	—	—
3 h. 40	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀.*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀.*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀.*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀.*	
3 h. 45	faibles	nulles	nulles	nulles	fortes
3 h. 50	—	faibles	—	—	—
3 h. 52	contract.	contract.	faibles	—	—
3 h. 55	plus fortes	plus fortes	—	—	—
4 h. 05	assez fortes	assez fortes	très faibles	—	—
4 h. 15	—	—	nulles	—	—
4 h. 25	—	—	—	—	—
4 h. 35	—	—	—	—	—
4 h. 40	—	—	—	—	—

Après l'interruption de l'expérience, les segments d'intestin plongés dans les solutions *C* et *D* ne donnent plus de contractions ; mis dans la solution *Eau distillée* + *NaCl* 6 °/₀₀ + *$CaCl_2$* 0,10 °/₀₀, ils commencent à se contracter après y être restés immobiles pendant 5 minutes.

Digitized by Google

Exp. XXI. — *Cobaye* de 280 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 39°.

	A	B	C	D	E
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀
20 déc. 1907					
10 h. 13	Début.				
10 h. 15	Contract.	Contract.	Contract.	Contract.	Contract.
10 h. 20	*add. $BaCl_2$* *0,05°/₀₀*	*add. $BaCl_2$* *0,20°/₀₀*	*add. $BaCl_2$* *0,50°/₀₀*	*add. $BaCl_2$* *1 gr. °/₀₀*	*add. $CaCl_2$* *0,10°/₀₀*
10 h. 21	fortes	fortes	fortes	fortes	fortes
10 h. 22	contract.	nulles	nulles	nulles	—
10 h. 27	faibles	—	—	—	—
10 h. 32	nulles	—	—	—	—
10 h. 40	—	—	—	—	—
10 h. 45	—	—	—	—	—
10 h. 50	—	—	—	—	—
10 h. 53	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀*	*add. $CaCl_2$* *0,10 °/₀₀*
10 h. 55	contract.	nulles	nulles	nulles	fortes
11 h.	—	—	—	—	—
11 h. 5	fortes	très faibles	—	—	—
11 h. 15	—	—	—	—	—
11 h. 20	contract.	nulles	—	—	—
11 h. 30		l'intestin est mis dans la s. E après l'add. de $CaCl_2$	l'intestin est mis dans la s. E après l'add. de $CaCl_2$	l'intestin est mis dans la s. E après l'add. de $CaCl_2$	l'intestin est mis dans la s. E après l'add. de $CaCl_2$
11 h. 35	fortes	faibles	faibles	faibles	nulles
11 h. 40	—	—	—	—	—
11 h. 50	—	—	—	—	—

Dans l'expérience XV une anse de l'intestin immergée dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ préparée dans l'eau distillée (B) est comparée avec une seconde anse placée dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée additionnée du $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀ (A). Les contractions fortes dans les deux solutions, s'arrêtent au bout de 17 minutes dans la solution A; elles continuent fortes dans la solution B durant toute l'expérience.

Dans l'expérience XVI la durée des contractions de l'anse immergée dans les solutions de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée

Digitized by Google

additionnée du $BaCl_2$ 0.05 °/₀₀ (A) a été de 11 minutes. L'addition de $BaCl_2$ 0,05 °/₀₀ dans la solution témoin de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée (B) y a rendu les contractions plus fortes, sans augmenter leur durée.

Exp. XVII est relative à l'action du $BaCl_2$ à la même dose, nous démontre comme dans l'expérience précédente que le $BaCl_2$ à la dose de 0.05 n'est pas toxique pour l'intestin, puisque l'addition du $CaCl_2$ 0,10°/₀₀ a réveillé les contractions de l'anse immergée dans la solution du NaCl 6 °/₀₀ + $BaCl_2$ 0,05 dans l'eau distillée (A).

Dans l'expérience XVIII nous voyons que l'anse plongée dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ additionnée de $BaCl_2$ à la dose de 0,10 °/₀₀ dans l'eau distillée (A) a présenté des contractions pendant 10 minutes, et que le $BaCl_2$ à cette dose n'est pas toxique, puisque les contractions furent réveillées par l'immersion dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10°/₀₀ dans l'eau distillée.

L'expérience XIX nous montre que l'addition du $BaCl_2$ à la dose de 0,05 à 0,20 °/₀₀ dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée a provoqué comme dans les expériences précédentes des contractions fortes mais dont la durée a été courte.

Dans l'expérience XX plusieurs anses (A, B, C, D, E) sont immergées dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée, où au bout de 18 minutes elles présentent des contractions faibles ; à ce moment on ajoute du $BaCl_2$: dans B — 0,02 °/₀₀, dans B — 0.03 °/₀₀, dans C — 0.05 °/₀₀, dans D — 0.10 °/₀₀ ; dans la solution E on ajoute de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.

L'addition du $BaCl_2$ a rendu les contractions fortes, mais de courte durée, comme dans les expériences précédentes. L'addition du $CaCl_2$ dans E a rendu les contractions fortes, qui sont restées telles pendant toute l'expérience.

L'expérience XXI relative à l'action du $BaCl_2$ à la dose de 0,05 à 1 gr. °/₀₀ dans l'eau distallée + NaCl 6 °/₀₀ montre que le $BaCl_2$, n'était pas toxique pour l'intestin même à la dose de 1 gr. °/₀₀ mais que sa présence même avec l'addition du $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ dans la solution eau distillée + NaCl 6 °/₀₀ n'a pas favorisé la durée des contractions intestinales.

Ces expériences démontrent l'action excitante du $BaCl_2$ sur les contractions intestinales, quand on l'additionne aux doses de 0,02 à 1 gr. °/₀₀ aux solutions de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau dis-

Digitized by Google

tillé : mais cette excitation est de peu de durée et dès qu'on emploie les doses supérieures à 0,20 °/₀₀, les contractions cessent bientôt mais elles peuvent être réveillées par l'immersion dans un liquide témoin favorable (NaCl 6 °/₀₀ $CaCl_2$ 0.10 °/₀₀) contenant du $CaCl_2$.

VII. Action des sels de strontium.

Voici ces expériences.

Exp. XXII. — *Cobaye* de 540 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A	B	C	D
	Eau dist. + *NaCl 6 °/₀₀* + *SrCl 0,05 °/₀₀*	*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *SrCl 0,10 °/₀₀*	*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *SrCl 0,20 °/₀₀*	*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*
4 juin 1907	Contractions	Contractions	Contractions	Contractions
3 h. 19	Début.			
3 h. 20	fortes	fortes	fortes	assez fortes
3 h. 25	—	—	—	—
3 h. 33	—	—	—	—
3 h. 40	—	—	—	—
3 h. 45	moins fortes	moins fortes	moins fortes	—
3 h. 50	contractions	contractions	contractions	—
3 h. 55	*Barbotage de O_2.*			
4 h.	plus fortes	plus fortes	plus fortes	plus fortes
4 h. 5	fortes	fortes	fortes	fortes
4 h 15	*Barbotage de O_2 interrompu.*			
4 h. 20	fortes	contractions	fortes	contractions
4 h. 25	moins fortes	faibles	moins fortes	moins fortes
4 h. 35	contractions	contractions	contractions	assez fortes
4 h. 40	—	—	—	—
4 h. 50	assez fortes	faibles	faibles	faibles
4 h. 55	*Barbotage de O_2.*			
5 h.	fortes	plus fortes	plus fortes	plus fortes
5 h. 10	—	contractions	contractions	assez fortes
5 h. 20	assez fortes	—	—	—
5 h. 30	—	—	—	—
5 h. 40	—	—	—	—
5 h. 46	faibles	faibles	faibles	assez fortes
5 h. 50	*Barbotage de O_2 augmenté.*			
5 h. 55	plus fortes	plus fortes	plus fortes	plus fortes

Digitized by Google

6 h.	contractions	contractions	contractions	contractions
6 h. 10	—	—	—	—
6 h. 20	faibles	faibles	faibles	faibles

Exp. XXIII. — *Cobaye* de 290 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 39°.

	A	B	C	D	E
	Eau dist. + *NaCl* 6°/₀₀ + *SrCl* 0,05 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6°/₀₀ + *SrCl* 0,10 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6°/₀₀ + *SrCl* 0,20 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6°/₀₀ + *SrCl* 0,30 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6°/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀
5 juin 1907					
10 h. 8	Début.				
10 h. 10	contract.	contract.	contract.	contract.	contract.
10 h. 15	assez fort.	fortes	fortes	fortes	fortes
10 h. 25	m. fortes	—	—	—	—
10 h. 30	contract.	—	—	—	—
10 h. 40	faibles	m. fortes	m. fortes	m. fortes	—
10 h. 50	—	contract.	contract.	contract.	contract.
11 h.	*Barbotage de* O_2.				
11 h. 5	pl. fortes	pl. fortes	pl. fortes	pl. fortes	fortes
11 h. 15	contract.	contract.	contract.	contract.	—
11 h. 20	m. fortes	fortes	—	—	—
11 h. 30	contract.	—	—	—	—
11 h. 35	—	—	—	—	—
11 h. 45	pl. fortes	m. fortes	m. fortes	m. fortes	m. fortes
12 h.	contract.	assez fort.	assez fort.	assez fort.	fortes
12 h. 6	fortes	fortes	fortes	fortes	—
12 h. 15	assez fort.	assez fort.	assez fort.	assez fort.	—

Exp. XXIV. — *Cobaye* de 500 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A	B
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀ + *SrCl* 0,40 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀
7 juin 1907		
10 h.	Début.	
10 h. 1	Contractions fortes	Contractions fortes
10 h. 5	— —	— —
10 h. 15	— —	— —

Digitized by Google

10 h. 25	*Barbotage de O_2.*			
10 h. 27	Contract. fortes		Contract. fortes	
10 h. 35	—	—	—	—
10 h. 40	—	—	—	—
10 h. 45	—	—	—	—
10 h. 55	—	—	—	—
11 h.	—	—	—	—
11 h. 5	*Barbotage de O_2 interrompu.*			
11 h. 10	Contractions fortes		Contractions fortes	
11 h. 15	—	—	—	—
11 h. 20	—		—	
11 h. 30	—	moins fortes	—	moins fortes
11 h. 35	—		—	
11 h. 40	*Barbotage de O_2.*			
11 h. 45	Contractions		Contractions	
11 h. 50	—	fortes	—	plus fortes
11 h. 55	—	—	—	fortes
12 h.	—	—	—	—

Exp. XXV. — *Cobaye* de 300 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A		B		C	
	Eau dist. + *NaCl 6 °/₀₀* + *SrCl 0,20 °/₀₀*		*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀* + *$CaCl_2$ 0,10 °/₀₀*		*Eau dist.* + *NaCl 6 °/₀₀*	
26 juin 1907						
3 h. 25	Début.					
3 h. 26	Cont. fortes		Contr. fortes		Contr. assez fortes	
3 h. 30	—	—	—	—	—	—
3 h. 35	—	—	—	—	—	—
3 h. 40	—	—	—	—	—	
3 h. 46	—	—	—	—	—	faibles
3 h. 50	—	—	—	—	—	—
3 h. 55	—	—	—	—	—	très faibles
4 h.	—	—	—	—	—	nulles
4 h. 6	—	—	—	—	—	—
4 h. 10					*addition de SrCl 0,10°/₀₀.*	
4 h. 15	—	—	—	—	contr. assez fortes	
4 h. 20	—	—	—	—	—	—
4 h. 30	—	assez fortes	—	assez fortes	—	assez fortes
4 h. 40	—	—	—	—	—	—
4 h. 50	—	—	—	—	—	—
5 h.	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google

5 h. 5	Contr. moins fortes	Contr. assez fortes	Contr. moins fortes
5 h. 15	—	—	—
5 h. 25	—	— assez fortes	—

Dans l'expérience XXII, la solution témoin de NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ dans l'eau distillée (D) est comparée aux solutions de NaCl 6 °/₀₀ additionnées de SrCl aux doses suivantes : A. 0,05 °/₀₀ B. 0,10 °/₀₀, C. 0,20 °/₀₀.

Les contractions dans les solutions A, B, C, additionnées du SrCl, ont présenté la même force et la même durée que dans la solution témoin D contenant du $CaCl_2$, ce qui prouve bien l'action excitante qu'a le SrCl aux doses de 0,05 à 0,20 °/₀₀ sur les contractions intestinales. Le barbotage de O_2 a augmenté l'énergie des contractions.

L'expérience XXIII, relative à l'action du SrCl aux doses de 0,05 à 0,30 °/₀₀, a confirmé les résultats trouvés dans l'expérience précédente.

Dans l'expérience XXIV, l'anse immergée dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée additionnée du SrCl 0,40 °/₀₀ (A) a été comparée à une autre anse placée dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ dans l'eau distillée (B). Les deux anses se contractent également durant toute l'expérience. Le barbotage de O_2 a nettement augmenté l'énergie des contractions dans ces liquides.

Dans l'expérience XXV, on compare trois solutions de NaCl 6 °/₀₀ additionnées l'une A de SrCl 0,20 °/₀₀, la seconde B de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ et la troisième C laissée telle sans addition préalable.

Dans les solutions A et B, les contractions ont été fortes pendant toute l'expérience ; dans la solution C, les contractions n'ont pas dépassé 30 minutes, mais elles furent réveillées par l'addition du SrCl 0,10 °/₀₀, ce qui nous démontre de nouveau l'action excitante du SrCl.

En résumé, ces expériences démontrent que le strontium, à la dose de 0,05 à 0,40 °/₀₀ de SrCl, est un excitant des contractions de l'intestin sans être cependant toxique.

On peut donc, comme Pugliese l'a fait pour les muscles lisses de la grenouille, le considérer avec lui comme un cathion excitant.

Digitized by Google

VIII. Action du bicarbonate de soude.

Cette substance rentre soit dans la constitution de la solution de Ringer en proportion de 0,10 °/₀₀, soit dans celle de MM. Hédon et Fleig en proportion de 1 gr. 50 °/₀₀.

Voici quelques expériences relatives à son action :

Exp. XXVI. — *Cobaye* de 650 gr. tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A	B
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀ + CO_3NaH 0,10 °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀
10 déc. 1907		
10 h. 30	Début.	
10 h. 35	Contractions	Contractions fortes
10 h. 40	—	— —
10 h. 45	— fortes	— —
10 h. 50	— —	— —
10 h. 55	— —	— —
11 h. 2	— —	— —
11 h. 7	*add. de* CO_3NaH 0,10 °/₀₀.	
11 h. 10	Contractions fortes	Contractions moins fortes
11 h. 15	— —	— assez —
11 h. 20	—	— — —
11 h. 25	—	— — —
11 h. 30	— moins fortes	— — —
11 h. 31	*add. de* CO_3NaH 0,30 °/₀₀	
11 h. 35	Contractions	Contractions
11 h. 40	—	—
11 h. 45	—	—
11 h. 55	— faibles	— faibles
12 h.	— très faibles	— —
12 h. 7	— nulles	— —
12 h. 10	*addition de* $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.	*add. de* CO_3NaH 0,50 °/₀₀.
12 h. 15	Contractions assez fortes	Contractions pl. énergiques
12 h. 25	— —	— assez fortes
12 h. 30	— —	— —

Digitized by Google

Exp. XXVII. — *Cobaye* de 370 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A	B	C
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀ + CO_3 *NaH* 0,10 °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6°/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.
12 déc. 1907.			
9 h. 35	Début.		
9 h. 40	Contractions	Contractions	Contractions fortes
9 h. 45	—	—	—
9 h. 50	—	—	—
9 h. 56	—	—	—
10 h. —	—	plus faibles	—
10 h. 05	—	faibles	—
10 h. 12	—	—	assez fortes
10 h. 20	—	nulles	—
10 h. 22		*addit. de* CO_3 *NaH 0,10* °/₀₀	
10 h. 25	—	nulles	—
10 h. 30	—	—	—
10 h. 35	—	—	—
10 h. 40		*addit. de* $CaCl_2$ *0,10* °/₀₀	
10 h. 41	—	contractions	contractions
10 h. 50	—	énergiques	—
11 h. —	—	fortes	assez fortes
11 h. 05	—	—	—
11 h. 10	—	—	contractions
11 h. 15	faibles	—	—
11 h. 20	—	—	—
11 h. 25	très faibles	—	faibles
11 h. 35	—	assez fortes	—
11 h. 40	nulles	—	—
11 h. 45	—	—	—
11 h. 48	—	—	—
11 h. 55	*addit. de* $CaCl^2$ *0,10* °/₀₀	—	—
12 h. —	contractions	—	—
12 h. 05	—	—	—
12 h. 10	—	—	—

Digitized by Google

Exp. XXVIII. — *Cobaye* de 310 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 39°.

	A	B	C
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀ + CO_3 *NaH 0,10* °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + CO_3 *NaH 1* g *50* °/₀₀.	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀.
13 déc. 1907.			
10 h. 10	Début.		
10 h. 15	Contract. fortes	Contract. fortes	Contract. fortes
10 h. 20	—	—	—
10 h. 25	—	—	—
10 h. 30	—	—	contractions
10 h. 35	contractions	contractions	—
10 h. 40	—	—	—
10 h. 47	—	—	—
10 h. 55	—	—	faibles
10 h. 58	—	—	très faibles
11 h. —	—	—	nulles
11 h. 10	—	—	—
11 h. 17	—	—	—
11 h. 25	—	—	—
11 h. 30			*Addit. de* CO_3 *NaH 0,10* °/₀₀
11 h. 35	—	faibles	nulles
11 h. 36	—	—	faibles
11 h. 40	—	—	contractions
11 h. 45	faibles	—	plus fortes
11 h. 50	—	—	assez fortes
12 h. —	très faibles	—	—
12 h. 04	*Addit. de* $CaCl_2$ *0,10* °/₀₀		
12 h. 05	plus fortes	—	—
12 h. 10	assez fortes	—	contractions
12 h. 12			*Addit. de* CO_3 *NaH 1* g *40* °/₀₀
12 h. 15	—	—	assez fortes
12 h. 20	—	—	—
12 h. 30	—	—	—

Digitized by Google

Exp. XXIX. — *Cobaye* de 400 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 38°.

	A	B	C	D
	Eau dist. + *NaCl* 6 °/₀₀ + CO_3 *NaH* 0,10 °/₀₀	*Eau d.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + CO_3 *NaH* 1 g 50 °/₀₀	*Eau distillée* + *NaCl* 6 °/₀₀	*Eau Rhône* + *NaCl* 6 °/₀₀
14 déc. 1907.				
10 h. —	Début.			
10 h. 03	Contr. fortes	Contr. fortes	Contr. fortes	Contr. fortes
10 h. 10	—	—	—	—
10 h. 15	contractions	—	contractions	—
10 h. 20	—	—	—	—
10 h. 30	faibles	faibles	faibles	—
10 h. 35	contractions	contractions	contractions	—
10 h. 45	—	—	nulles	—
10 h. 50	—	—	—	—
10 h. 54			*addit. de* CO_3 *NaH* 0,10 °/₀₀	
10 h. 58	faibles	faibles	faibles	—
11 h. —	*addit. de* $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀	*addit. de* $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀		
11 h. 05	plus fortes	plus fortes	—	—
11 h. 10	contractions	contractions	—	—
11 h. 15	assez fortes	fortes	—	—
11 h. 20	—	—	—	—
11 h. 22			*addit. de* CO_3 *NaH* 0,50 °/₀₀	
11 h. 25	fortes	—	faibles	—
11 h. 30	—	—	—	—
11 h. 35	—	—	—	—
11 h. 40	—	—	—	—
11 h. 45			*addit. de* CO_3 *NaH* 10 °/₀₀	
11 h. 50	contractions	contractions	faibles	—
12 h. —	—	—	contractions	contractions
12 h. 05	—	—	—	—
12 h. 12			*addit. de* $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀	
12 h. 17	assez fortes	contractions	plus fortes	fortes
12 h. 25	—	assez fortes	assez fortes	—
12 h. 30	—	—	—	assez fortes
12 h. 35	—	—	—	—

*

Digitized by Google

Exp. XXX. — *Cobaye* de 290 grammes tué par décapitation. Des segments d'intestin grêle sont plongés dans les solutions suivantes à T. 39°.

	A	B	C	D
	Eau d. + *NaCl* 6 °/₀₀ + CO_3 *NaH 0,10* °/₀₀	*Eau d.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + CO_3 *NaH 1g 50* °/₀₀	*Eau dist.* + *NaCl* 6 °/₀₀	*Eau d.* + *NaCl* 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ *0,10* °/₀₀
18 déc. 1907.				
10 h. 10	Début.			
10 h. 14	Contractions	Contractions	Contractions	Contr. fortes
10 h. 20	—	—	—	—
10 h. 25	faibles	faibles	—	—
10 h. 30	—	—	—	—
10 h. 35	—	—	—	—
10 h. 40	contractions	plus fortes	faibles	—
10 h. 47	plus fortes	contractions	—	—
10 h. 52	contractions	—	—	—
11 h. —	—	—	nulles	—
11 h. 05	faibles	faibles	—	—
11 h. 10	contractions	contractions	—	—
11 h. 15	plus fortes	—	—	—
11 h. 20	contractions	—	—	—
11 h. 24	faibles	faibles	—	—
11 h. 30	—	—	—	—
11 h. 36	*addit. de* $CaCl_2$ *0,10* °/₀₀	*addit. de* $CaCl_2$ *0,10* °/₀₀	*addit. de* $CaCl_2$ *0,10* °/₀₀	
11 h. 40	plus fortes	plus fortes	assez fortes	énergiques
11 h. 45	assez fortes	assez fortes	—	fortes
11 h. 55	—	—	—	—
12 h. —	—	—	—	—

Dans l'expérience XXVI, une solution de NaCl 6 °/₀₀ + Co_3 NaH dans l'eau distillée (A), à laquelle on ajoute progressivement du bicarbonate de soude 0,10 °/₀₀ puis 0,30 °/₀₀, est comparée avec la solution témoin NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ dans l'eau distillée (B); les contractions intestinales se sont montrées identiques dans les deux solutions.

Après 1 h. 37, les contractions arrêtées dans A se sont réveillées par l'addition de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀, l'addition de bicarbonate de soude dans le bocal (B) 0,50 °/₀₀ après 1 h. 45 a rendu les contractions plus énergiques.

Dans l'expérience XXVII, on compare avec la solution témoin (C) une solution de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée (B)

Digitized by Google

et une même solution additionnée de CO_3NaH 0,10 °/₀₀ (A); l'addition de $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀, lorsque les contractions avaient cessé, les ont réveillées, montrant que le bicarbonate de soude n'est pas toxique. Dans la solution B, l'addition de CO_3NaH 0,10 °/₀₀ n'a pas réveillé les contractions qui ont reparu sous l'influence du $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀.

Dans l'expérience XVIII, une dose plus forte de bicarbonate 1 gr. 50 °/₀₀ a fourni les mêmes résultats, savoir une conservation de l'excitatibilité (B) et (A) et le réveil après 43 minutes des contractions suspendues dans la solution NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée (C).

Les expériences XXIX et XXX démontrent aussi que les contractions de l'intestin sont plus durables dans la solution de NaCl 6 °/₀₀ (C) si on l'additionne de CO_3NaH 0,10 °/₀₀ (A) et 1 gr. 50 °/₀₀ (B). Les contractions ont pu aussi être réveillées comme dans l'expérience précédente par l'addition de CO_3NaH 1.50 °/₀₀.

En résumé, ces expériences démontrent que la présence du bicarbonate de soude dans les liquides nutritifs est favorable aux contractions intestinales. Elle prolonge la durée des contractions et peut aussi les réveiller lorsqu'elles sont éteintes. Ajoutons cependant que l'action du $CaCl_2$ fut toujours supérieure et plus constante à cet égard.

Digitized by Google

CONCLUSIONS

1. Les sérums artificiels expérimentés par nous (solution de Ringer, solution de Hédon et Fleig) nous ont fourni des résultats qui permettent de les considérer comme favorables à la durée de l'excitation de l'intestin.

2. L'eau du Rhône, même bouillie, additionnée de NaCl pur 9 °/₀₀, a été un milieu excitant soit pour la durée, soit pour l'énergie des contractions qui ont pu s'y prolonger plus de 2 heures.

3. L'eau distillée additionnée des mêmes doses de NaCl pur n'a point été comparable à l'eau du Rhône, sans que nous puissions déterminer la cause exacte de cette différence. Les contractions de l'intestin placé dans dans ce milieu ne dépassent pas 40 minutes.

4. L'addition de chlorure de lithium dans la solution NaCl 6 °/₀₀ aux doses de 0,10 à 0,40 °/₀₀ a été indifférente. Ce sel employé seul dans l'eau distillée à la dose de 1 °/₀ n'a pas joué le rôle d'un milieu conservateur des contractions avec autant de constance que la solution de NaCl 6 °/₀₀ dans l'eau distillée.

5. Les sels de potassium et de magnésium ont une influence inhibitrice des contractions, mais s'ils sont à dose modérée, ils ne détruisent pas cette excitabilité qui reparaît si on plonge de nouveau l'anse intestinale dans un milieu convenable (eau distillée + NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀).

6. Le chlorure de baryum s'est montré, à la dose de 0,02 à 1 gr. °/₀₀, comme un violent excitant des contractions intestinales, mais son action est de courte durée. Il n'est cependant pas toxique, car les contractions suspendues dans le $BaCl_2$ sont susceptibles de se réveiller dans la solution NaCl 6 °/₀₀ + $CaCl_2$ 0,10 °/₀₀ dans l'eau distillée.

7. Le chlorure de calcium à la dose de 0,10 à 0,20 °/₀₀ a toujours eu une action excitatrice.

8. Le chlorure de strontium aux doses de 0,05 à 0,40 °/₀₀ nous a fourni des résultats qui permettent de le considérer comme un excitant.

9. La présence du bicarbonate de soude aux doses de 0,10 à 1 gr. 5 °/₀₀ dans les liquides nutritifs est favorable aux contractions de l'intestin.

10. Le barbotage de l'oxygène a un effet notable sur l'énergie des contractions de l'intestin.

Digitized by Google

Dissertation inaugurale. — Université de Genève, Mars 1908.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES
FONCTIONS DU NERF SPINAL

PAR

Mlle Berta LINDENFELD

Résumé.

Les fonctions du pneumogastrique et du spinal et le rôle physiologique de chacun d'eux est une question qui a suscité un grand nombre d'expériences et qui offre encore certaines contradictions.

C'est ce qui a engagé Mlle Berta Lindenfeld à faire à cet égard les recherches que nous résumons en renvoyant pour l'exposé historique de la question au travail original de l'auteur.

Recherches personnelles.

Méthode. — Nos expériences ont été faites sur des lapin, des rats et des chats. Nous avons aussi essayé à plusieurs reprises d'opérer des cobayes, mais nous n'avons jamais réussi l'arrachement de la branche interne de l'accessaire de Willis, car les nerfs se sont toujours cassés plus bas que le trou déchiré postérieur.

Les animaux sont endormis par l'éther. Nous procédons dans nos opérations par la méthode de Cl. Bernard ; nous

Digitized by Google

découvrons la branche externe du spinal et allons, en nous guidant sur elle, à la recherche de la branche interne, comme l'a fait Heidenhain. Nous saisissons les deux branches, dénudées jusqu'au trou déchiré postérieur, avec une pince et nous tirons dessus graduellement sans produire de secousses. On sent bientôt une rupture se produire et on ramène au bout de la pince un long filament nerveux (racine médullaire du spinal). En immergeant ce filament dans l'eau, on peut facilement voir les filets bulbaires et médullaires du nerf, qui se détachent du tronc.

Nous n'arrachons ordinairement qu'un seul des spinaux pour pouvoir le comparer avec le côté sain.

Après un temps suffisamment long (8 à 10 jours), la dégénérescence des nerfs étant complète, nous procédons à l'excitation des nerfs vagues dont nous électrisons les deux bouts. Un manomètre à mercure muni d'un flotteur et mis en communication avec la carotide de l'animal, inscrit la pression artérielle et le rythme cardiaque. Après avoir répété l'expérience plusieurs fois, nous sacrifions l'animal et nous pouvons examiner histologiquement les nerfs vagues, les recurrents et quelquefois les laryngés supérieurs.

Cette recherche histologique a été faite selon le procédé de Ranvier, en dissociant le nerf dans une solution à 1 °/₀ d'acide osmique, en les traitant ensuite par le picrocarmin et en montant la préparation dans de la glycérine picrocarminée.

La tête disséquée est mise dans l'alcool ou dans le formol, afin de durcir les origines bulbaires du vague ; dans d'autres cas, l'examen est fait avec soin à l'état frais.

Nous pouvons ainsi étudier et spécifier les filets d'origine qui sont restés intacts.

Digitized by Google

Expériences.

Lapins

Exp. I. — *Lapin* de 2400 grammes.

7 février 1908. Arrachement du spinal droit.

20 février. Poids 2550 grammes.

Les deux nerfs vagues sont préparés, une canule est placée dans la trachée. On enregistre la pression carotidienne. L'excitation du bout central des pneumogastriques arrête la respiration.

On fait la respiration artificielle. L'excitation du bout périphérique du nerf vague gauche arrête le cœur et fait tomber la pression.

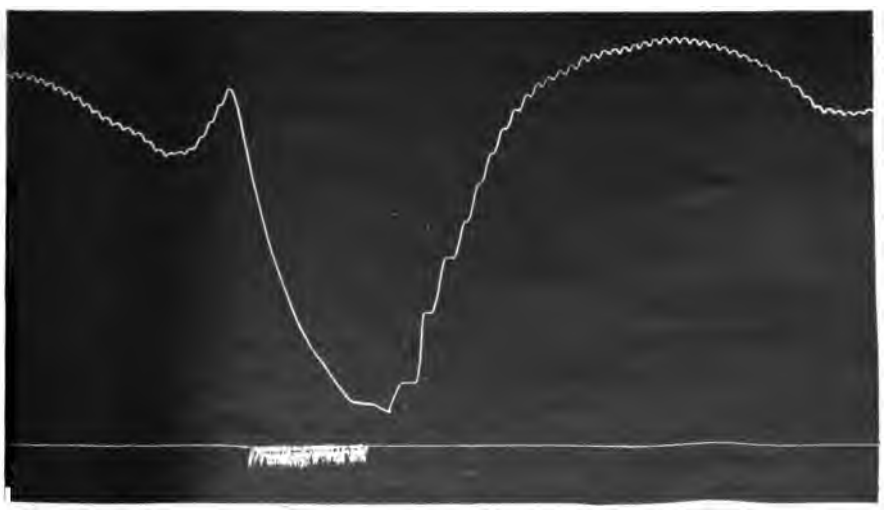


Fig. I.
Lapin. — Excitation du vague gauche normal ; chute de la pression.

Digitized by Google

L'excitation du vague droit, dont le spinal a été arraché et dégénéré, est sans action sur le cœur.

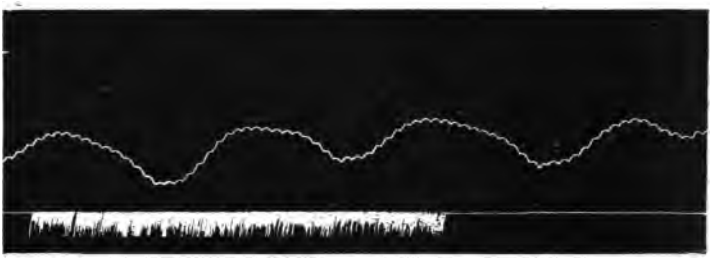


Fig. II.

LAPIN. — Excitation du vague droit (spinal dégénéré) : pas de modification de la pression.

Cette constatation est faite à plusieurs reprises.

On fait une ouverture longitudinale de la trachée, de façon à observer la glotte. L'excitation du vague droit n'agit point sur la corde vocale, tandis que celle du vague gauche fait contracter la corde vocale correspondante.

Les nerfs sont préparés à l'acide osmique et au picrocarmin, la tête, dénudée de ses parties dures, est mise dans l'alcool.

21 février. Examen histologique. Le *vague droit* contient, à côté de fibres saines, un faisceau de fibres dégénérées.

Le *récurrent droit* est dégénéré entièrement, on n'y découvre aucune fibre saine.

EXP. II. — *Jeune lapin* de 1700 grammes.

21 décembre 1907. Arrachement du spinal droit.

9 janvier 1908. Poids, 2000 grammes à jeun.

On applique une canule dans la trachée, on prépare les deux nerfs vagues et la pression.

Excitation du bout périphérique du vague gauche, arrêt du cœur, chute de la pression.

Excitation du bout périphérique du vague droit, action nulle sur le cœur.

Bout central. Soit à gauche, soit à droite, l'excitation produit un arrêt de la respiration.

Les nerfs sont préparés à l'acide osmique et au picro-carmin, montés à la glycérine picro-carminée et examinés :

Digitized by Google

vague droit, on y voit, à côté des fibres saines, un faisceau de fibres dégénérées ;

vague gauche sain, on n'y voit pas de fibres malades;

récurrent droit à moitié dégénéré contient un bon nombre de fibres saines.

Exp. III. — *Lapin* de 2100 grammes.

21 décembre 1907. Arrachement du spinal droit.

10 janvier 1908. Poids, 2500 grammes.

On prépare les deux nerfs vagues, on met une canule dans la trachée et on enregistre la pression.

L'électrisation du vague gauche abaisse bien la pression, mais à ce moment l'animal prend des convulsions et un violent œdème des poumons. Une mousse blanchâtre, mélangée d'air, s'échappe de la canule et l'animal meurt pendant l'électrisation du vague gauche.

Le *vague droit* préparé à l'état frais contient des fibres malades.

Exp. IV. — *Lapin* de 1600 grammes.

14 décembre 1907. Le spinal droit est arraché.

11 janvier 1908. La pression est enregistrée, les deux vagues dénudés.

L'électrisation du bout central de chaque vague arrête la réspiration.

L'excitation du bout périphérique du vague droit est sans action sur le cœur ; celle du vague gauche abaisse la pression et arrête le cœur.

On découvre la glotte en ouvrant le larynx et l'on constate que le côté droit est paralysé, ne se contractant pas quand on électrise le vague du même côté ; la glotte gauche, au contraire, réagit bien à l'excitation du vague correspondant.

L'examen microscopique des nerfs montre :

vague droit, fibres dégénérées en faisceaux, à côté d'un nombre plus grand de fibres saines ;

vague gauche sain ;

récurrent droit entièrement dégénéré.

Exp. V. — *Lapin* de 2400 grammes.

24 janvier 1908. Arrachement du spinal droit.

8 février. On découvre et on coupe les deux nerfs laryngés supérieurs.

Digitized by Google

On constate par l'électrisation que celui du côté gauche agit sur le muscle crico-thyroïdien; celui du côté droit est sans action sur ce muscle.

On isole les deux nerfs vagues et l'on enregistre la pression carotidienne.

Le *vague gauche* arrête bien le cœur.

Le *vague droit* reste sans action aucune.

Les nerfs, préparés à l'acide osmique et au picro-carmin, montrent à l'examen histologique que le *vague droit* est dégénéré en partie et le *récurrent* en totalité.

Exp. VI. — *Jeune lapin* de 1700 grammes.

20 décembre 1907. Arrachement du spinal droit.

4 janvier 1908. Poids 1750 grammes.

On l'éthérise et l'animal meurt avant qu'on ait pu enregistrer sa pression.

8 janvier. Les nerfs, traités par l'acide osmique et le picro-carmin, sont examinés :

Le nerf *vague droit* contient un faisceau bien net de fibres dégénérées, plus ou moins isolé des fibres saines.

Le *vague gauche* sain, on y trouve cependant une ou deux fibres dégénérées.

Le *récurrent droit*, dégénéré, contient cependant un faisceau de fibres saines.

Comme on le voit dans toutes ces expériences, l'arrachement du spinal réussit très bien chez le lapin. L'animal survit après l'opération un temps indéfini sans présenter de symptômes appréciables. L'excitation du vague du côté où le spinal a été arraché reste sans action sur le cœur, tandis que celui du côté opposé arrête le cœur, ce qui démontre que les filets inhibiteurs contenus dans le pneumogastrique proviennent chez cet animal du spinal. Les tracés I et II démontrent bien la différence de l'excitation des deux vagues. Nous aurions pu multiplier beaucoup cette démonstration, mais nous avons donné cette expérience unique comme type.

Les filets d'origine du pneumogastrique n'ont point

Digitized by Google

été lésés dans ces opérations, comme ou pourrait l'objecter, car l'excitation du bout central de ce nerf a toujours arrêté la respiration, comme celle du vague du côté opposé, démontrant ainsi l'intégrité des fibres d'origine du pneumogastrique, correspondant au spinal arraché. La dégénérescence descendante des nerfs nous permet de suivre les filets anastomatiques du spinal avec le vague jusque dans le recurrent que nous avons trouvé presque toujours tout-à-fait dégénéré, ce qui prouve sa dépendanee entière du spinal.

Le fait que la glotte ne réagit pas à l'excitation du pneumogastrique du côté où le spinal a été arraché et dégénéré démontre bien que le recurrent est une branche appartenant au spinal.

Rats

L'arrachement du nerf spinal sur le rat est plus difficile que sur le lapin, vu la petitesse de cet animal et la tenuité de ses nerfs. Mais lorsque l'arrachement a réussi, les conséquences en ont été identiques à celles observées sur les lapins. Les artères étant trop fines pour pouvoir enregistrer la pression, nous nous sommes contentée d'observer les modifications de la circulation soit en appliquant la main sur le thorax, soit en observant directement le cœur après ouverture du thorax et respiration artificielle.

Exp. VII. — *Rat blanc.*

10 janvier 1908 Arrachement du spinal droit.

22 janvier. Les deux vagues sont préparés, une canule est mise dans la trachée.

Les deux bouts centraux des nerfs vagues arrêtent la respiration quand on les excite.

L'excitation du *vague droit* reste sans action sur le cœur, celle du *vague gauche* l'arrête.

Digitized by Google

On fait la respiration artificielle et on ouvre le thorax : l'action des vagues sur le cœur est constaté d'une façon plus exacte.

Les nerfs sont préparés à l'acide osmiques et au picro-carmin.

23 janvier. Examen histologique. Le *vague droit* est dégénéré en partie, le *gauche* ne présente pas de fibres malades.

La tête, conservée dans l'alcool est disséquée et montre que le spinal du côté droit est arraché, mais qu'il reste encore les fibres d'origine du pneumogastrique.

Exp. VIII. — *Rat blanc.*

10 janvier 1908. Arrachement du spinal droit.

22 janvier. Les deux vagues sont préparés, une canule est mise dans la trachée.

L'électrisation des bouts centraux de chacun des vagues arrête la respiration.

On fait la respiration artificielle, on ouvre le thorax et l'on constate que : l'excitation du bout périphérique du *vague gauche* arrête le cœur, celle du *vague droit* reste sans action sur le cœur.

On prépare les deux vagues.

23 janvier. L'examen microscopique montre le *vague droit* dégénéré en partie, le *gauche* est sain.

Exp. IX. — *Ratte blanche.*

6 février 1908. Arrachement du spinal droit.

18 février. Les vagues sont découverts.

L'excitation des bouts centraux de chacun des deux vagues arrête la respiration.

Respiration artificielle et ouverture du thorax. Le cœur est arrêté par l'excitation du bout périphérique du *vague gauche*, il reste sans modification par l'excitation du *vague droit.*

Les nerfs pneumogastriques sont préparés à l'acide osmique et au picro-carmin et examinés : le *vague droit* contient des fibres dégénérées, le *vague gauche* ne contient pas de fibres malades.

Exp. X. — *Ratte blanche.*

6 février 1908. Le spinal droit est arraché.

Digitized by Google

15 février. On constate que l'excitation du bout central de chaque nerf vague arrête la respiration.

On excite les deux bouts périphériques, après ouverture du thorax et respiration artificielle : le *vague gauche* arrête le cœur, tandis que le *droit* n'a aucune influence sur lui.

Les nerfs sont préparés à l'acide osmique et au picro-carmin,

16 février. L'examen histologique du *vague droit* fait voir une partie de ses fibres dégénérées, mais la plus grande partie est saine.

Le *vague gauche* est sain.

Exp. XI. — *Rat blanc.*

6 février 1908. Arrachement du spinal droit.

15 février. On dénude les deux vagues.

L'excitation des bouts supérieurs de chacun des deux vagues arrête la respiration.

On ouvre le thorax en faisant la respiration artificielle et l'on constate que l'excitation du bout inférieur du *vague droit* ne modifie en rien le rythme cardiaque, tandis que celle du *vague gauche* arrête le cœur.

Les nerfs traités par le picro-carmin font voir dans le *vague droit* des fibres dégénérées, tandis que le *gauche* n'en contient pas; toutes ses fibres sont entièrement saines.

Comme on le voit, les expériences sur les rats confirment les résultats obtenus sur les lapins.

Chats

L'expérience sur le chat offre l'avantage de s'adresser à un animal plus élevé dans la série et dont la voix peut être facilement modifiée ou supprimée même, après l'arrachement des deux spinaux.

Malheureusement, l'expérience ne réussit pas aussi facilement que chez le lapin et le rat, la branche interne du spinal résistant souvent à l'arrachement, quelque précaution que l'on ait prise. C'est surtout chez les jeunes chats que l'expérience a le plus de chance de succès.

Digitized by Google

Exp. XII. *Chat blanc de 3 mois.*

8 janvier 1908. Arrachement du spinal droit.

17 janvier. L'animal est éthérisé. Canule trachéale. Préparation des nerfs. Enregistrement de la pression. Excitation des nerfs :

Le *bout central* du nerf vague, soit du côté gauche, soit du côté droit, arrête la respiration ;

Le bout *périphirique* du *vague gauche* arrête le cœur, celui du *vague droit* n'a point d'action sur le cœur, comme le démontre le tracé.

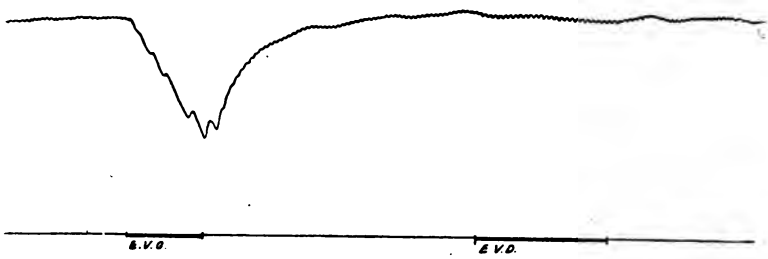


Fig. III, réduite au $^1/_3$.

Chat. — E. v. g. = excitation du vague gauche (sain). — E. v. d. = excitation du vague droit (spinal dégénéré).

18 janvier. L'examen histologique des nerfs préparés à l'acide osmique et au picrocarmin démontre que le vague *gauche est sain* et que le *droit* est en partie dégénéré, en partie sain ; le recurrent du côté correspondant est dégénéré.

L'autopsie de la tête durcie dans le formol montre du côté droit que les origines paraissant appartenir au pneumogastrique sont au nombre de 5 filets, tandis que du côté gauche on en compte 6.

Exp. XIII. *Chat blanc.*

23 décembre 1907. Arrachement du spinal droit.

La voix devient rauque.

3 janvier 1908. Les deux pneumogastriques sont dénudés et préparés pour l'excitation. La trachée est pourvue d'une canule.

L'excitation des bouts centraux de chacun des deux vagues arrête la respiration.

Respiration artificielle.

Digitized by Google

Le pneumogastrique *gauche* répond bien à l'excitation et il arrête le cœur : le pneumogastrique *droit* reste sans influence sur le cœur.

Examen histologique. Le recurrent *droit* est dégénéré, il a cependant quelques fibres saines ; le recurrent *gauche* est tout à fait sain.

Exp. XIV. *Chat adulte.*

14 février. Arrachement du spinal droit.

15 mars. Isolement des nerfs vagues, enregistrement de la pression.

L'excitation de chacun des bouts centraux des vagues arrête la respiration.

L'excitation du bout périphérique du *vague gauche* arrête le cœur et fait baisser la pression, celle du *vague droit* est sans action sur le cœur.

Exp. XV. *Jeune chat de quelques mois.*

30 novembre 1907. L'animal est éthérisé. On arrache le spinal droit.

7 décembre. On excite le nerf pneumogastrique *droit* et on trouve qu'il ne réagit pas sur le cœur.

On arrache le *spinal gauche.*

Le chat n'a plus de voix ou du moins ce n'est qu'un soupçon de voix.

14 décembre. L'animal éthérisé, on enregistre la pression et on constate que des deux côtés l'excitation du bout périphérique reste sans action sur le cœur.

L'excitation du bout central des deux côtés produit une élévation de pression.

Examen histologique. Les nerfs pneumogastriques sont préparés à l'acide osmique et au picro-carmin.

Pneumogastrique droit. Un faisceau de fibres dégénérées, gouttelettes de myéline très accusées, le reste du nerf est sain. Beaucoup de fibres du sympathique.

Pneumogastrique gauche. On y trouve des fibres dégénérées, mais on en constate beaucoup moins que dans le vague droit, la dégénérescence n'est d'ailleurs pas aussi avancée. Le tracé de la pression est très confirmatif : il n'y a aucune action d'un côté ni de l'autre, ni ralentissement ni accélération des pulsations.

Digitized by Google

Exp. XVI. *Chatte tricolore angora.*

14 février 1908. Spinal droit arraché.

29 février. Les deux nerfs vagues électrisés ralentissent le cœur et abaissent la pression.

L'excitation du bout central de ces nerfs arrête la respiration.

Les recurrents et laryngés supérieurs réagissent normalement.

L'autopsie du cerveau fait voir les filets bulbaires non arrachés des deux côtés. Seule la branche médulaire du côté droit manque.

L'examen histologique montre que tous les nerfs sont sains.

Exp. XVII. *Chat mâle angora.*

14 février 1908. Arrachement du spinal droit.

21 février. Les deux nerfs vagues excités agissent sur le cœur et sur la respiration d'une manière normale, de même d'un côté que de l'autre.

Examen histologique. Le nerf *vague droit* n'est presque pas dégénéré, on n'y trouve que quelques fibres malades ; le *vague gauche* est tout à fait sain.

28 février. L'autopsie du cerveau fait voir à gauche l'état normal. A droite, la portion médullaire du nerf spinal a été arrachée, il reste 6 filets d'origine bulbaire appartenant au pneumogastrique et au spinal, qui n'ont pas été arrachés.

Quoique les résultats de ces deux dernières expériences soient négatifs au point de vue de l'action du spinal, ils prouvent une fois de plus, par leur négation même, les propositions tirées des expériences précédentes.

En effet, les pneumogastriques qui ont continué d'arrêter ou de ralentir le cœur n'étaient pas privés des filets anastomotiques avec les spinaux, dont la branche interne avait résisté à l'arrachement. L'examen miscroscopique et l'autopsie le prouvent d'ailleurs : les vagues ne sont pas dégénérés, les origines bulbaires des spinaux sont intactes.

Digitized by Google

Conclusions

Il résulte des expériences d'arrachement du spinal et des recherches histologiques des nerfs dégénérés les conclusions suivantes :

1° Chez le *lapin* et le *rat*, on peut affirmer que les fibres arrestatrices du nerf vague et les fibres laryngées appartiennent au spinal. L'arrachement de ce nerf produit la paralysie de la glotte et celle des arrestateurs du cœur.

2° Chez le *chat*, il en est de même, puisqu'on obtient les mêmes conséquences lorsque la branche interne a été arrachée. Cette opération échoue souvent sur les animaux adultes : la branche interne du spinal résistant souvent chez eux à l'arrachement.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Sommaires des années précédentes..... I à V.

1907

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur la respiration élémentaire des tissus (1er Mémoire. *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1907, p. 1.)..... 1

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur l'activité respiratoire des tissus. (2me mémoire. *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1907, p. 34.)..... 17

F. Battelli et Mlle L. Stern. Action des sels et du glucose sur l'activité respiratoire des tissus des animaux isolés (*Archives internationales de Physiologie*, IV, 1907, p. 465.)..... 33

F. Battelli et Mlle L. Stern. Action de quelques substances sur l'activité respiratoire des tissus isolés. (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1907, p. 228)..... 61

L. Cesari. Recherches de la choline dans le liquide cérébro-spinal chez les chiens soumis à l'épilepsie expérimentale (C. R. Soc. de Biologie, 19 janvier 1907.) 77

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur le mécanisme des oxydations dans les tissus des animaux isolés. (C. R. Soc. de Biologie, 23 février 1907.)..... 80

F. Battelli et Mlle L. Stern. La conservation du pouvoir oxydant dans les différents tissus animaux après la mort. (C. R. Soc. de Biologie, 9 mars 1907.)..... 82

F. Battelli et Mlle L. Stern. Influence de la température sur la conservation de l'activité respiratoire dans les tissus animaux isolés. (C. R. Soc. de Biologie, 23 mars 1907.)..... 85

F. Battelli et Mlle L. Stern. Action des différents tissus animaux sur le pouvoir oxydant des muscles. (C. R. Soc. de Biologie, 13 avril 1907.)..... 88

F. Battelli et Mlle L. Stern. Nouvelles recherches sur l'action que les différents tissus animaux exercent vis-à-vis de la respiration musculaire. (C. R. Soc. de Biologie, 11 mai 1907.)..... 91

F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur la conservation de l'activité respiratoire dans les différents tissus animaux après la mort. — Action de quelques substances sur l'activité respiratoire des tissus frais. (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1907, p. 410)..... 93

Mlle F. Manewitch. Influences de diverses substances chimiques sur les contractions autonomes de l'uretère. (*Rev. méd. de la Suisse romande*, 1907, et Diss. inaugurale.)..... 109

Digitized by Google

Mlle C. Morozowitch. Activation des combustions musculaires élémentaires par les extraits des différents tissus animaux. (Diss. inaugurale, 1907.) 143
F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur l'activation de la respiration tissulaire par les extraits musculaires. (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1907, p. 737.) 167
J.-L. Prevost et Mlle Stern. Dissociation des réflexes du nerf laryngé supérieur par l'anesthésie, l'asphyxie et l'anémie des centres nerveux. (*Arch. internat. de Physiologie*, V, 1907, 262.). 183
F. Battelli et Mlle Stern. Activation de la respiration tissulaire par l'extrait des différents organes et par les liquides de l'organisme. (*Arch. internat. de Physiologie*, V. 1907, 275.) 196
F. Battelli et Mlle L. Stern. Recherches sur les processus des combustions élémentaires dans les muscles isolés. (C. R. Soc. de Biologie, 25 mai 1907.) 219
F. Battelli et Mlle L. Stern. Activation des oxydations organiques par les extraits des tissus animaux. (C. R. Soc. de Biologie, 15 juin 1907.) 221
Mlle M. Froumkine. Influence de diverses substances chimiques sur les contractions autonomes de l'intestin. (Diss. inaugurale, janvier 1908.) 223
Mlle B. Lindenfeld. Contribution à l'étude des fonctions du nerf spinal. (Diss. inaugurale, mars 1908.) 259

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google